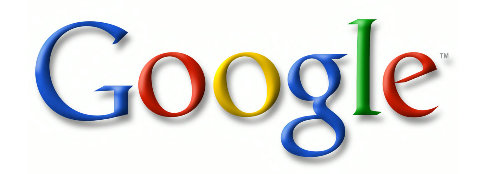
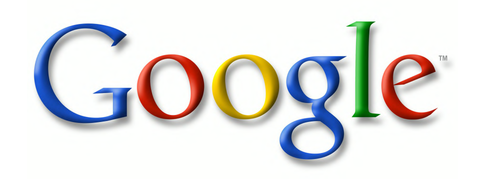












# HISTOIRE
## DE
# L'ACADEMIE
## ROYALE
# DES SCIENCES.

ANNÉE M. DCCXXXVI.

Avec les Mémoires de Mathématique & de Physique, pour la même Année.

*Tirés des Registres de cette Académie.*



A AMSTERDAM,
Chez PIERRE MORTIER.
M. DCCXL.
*Avec Privilege de N.S. les Etats de Hollande & de West-Frise.*

*j'ai crû que vous excuseriez la liberté que je prens de dédier à* Votre Excellence *un des Volumes des Mémoires d'une Société illustre qui s'occupe sans relâche à faire de nouvelles découvertes, & dont les belles productions se sont aquis depuis longtems toute l'estime & l'approbation du Public. Sous quels auspices,* Monseigneur, *pourroit-il effectivement mieux paroître que sous les vôtres, puisque vous faites vous-même un cas tout particulier de cet Ouvrage, & que vous avez toujours joint à vos occupations les plus importantes, l'étude des Mathématiques, de la Mécanique, de la Physique, de l'Anatomie, en un mot de tout ce qui peut contribuer à augmenter & à*

*donner un nouveau relief à une infinité d'autres belles connoissances, qui font l'admiration de tous ceux qui ont le bonheur de vous connoître. Je m'estime heureux,* MONSEIGNEUR, *d'avoir ici l'occasion de rendre à vos rares Talens, & à vos belles qualités, un hommage qui leur est dû, & de pouvoir vous assurer du profond respect avec lequel je suis,*

MONSEIGNEUR,

DE VOTRE EXCELLENCE,

Le très humble & très obéissant Serviteur, PIERRE MORTIER.

PRI-

# PRIVILEGIE.

DE Staten van Holland en West-Friesland doen te weten, Alzo ons te kennen is gegeven by PIERRE MORTIER, Burger, en Boekverkoper binnen Amsterdam, hoe dat hy door inkoop aan zig verkregen hadde alle de Exemplaren, Regt van Copye, en Kopere Plaaten, van *Historia Academiæ Regiæ Scientiarum, Auctore J. B. du Hamel*, en *Histoire de l'Académie Royale des Sciences, avec les Mémoires de Mathématique & de Physique, tirés des Registres de cette Académie, commencée avec l'année 1699, jusques à présent*: Op welke Werken door Ons op den 22 January des Jaars 1706 goedgunstig Octroy was verleent aan wyle *Gerard Kuyper* om dezelve alleen met uytsluyting van alle andere geduurende den tyd van vyftien Jaaren, in zoo veele Deelen, Taalen, en Formaaten, als hy zoude goed vinden, te mogen drukken, doen drukken, uytgeven en verkópen, met een pœnaliteit van Drie hondert Guldens tegens de Overtreeders; En door dien het opgemelde Octroy reets zedert eenigen tyd geëindigt, en hy Suppliant werkelyk bezig zynde de gemelde werken van *Historia Academiæ Regiæ Scientiarum Auctore J. B. du Hamel*, en *Histoire de l'Académie Royale des Sciences, avec les Mémoires de Mathématique & de Physique, tirés des Registres de cette Académie*, van Jaare tot Jaare, met het drukken te vervolgen, en boven dien te vermeerderen met een *Recueil des Machines approuvées par l'Académie Royale des Sciences dont il est parlé dans l'Histoire & dans les Mémoires de cette Académie & autres, avec les Explications de Mrs. de l'Académie Royale des Sciences, enrichies de plus de 200 fig.* En een *Recueil de toutes les Pieces qui ont remporté les Prix proposés par l'Académie Royale des Sciences*; benevens eene *Table Alphabetique des Matieres contenues dans l'Histoire & les Mémoires de l'Académie Royale des Sciences, publiées dans son ordre*; En eindelyk nog alle de *Mémoires de Mathématique, de Physique & autres Pieces publiées par l'Académie Royale des Sciences, depuis son commencement jusques à l'année 1698 inclusivement*; wel verstaande van het laast-genoemde maar alleen die Stukken, of Deelen, die tot nog toe in de Provintie van Holland en West-Friesland nooyt waren gedrukt geweest; waar toe hy Suppliant zeer groote koste en moeyte genootzaakt was aan te wenden: En bedugt zynde dat eenige baatzugtige Menschen hem Suppliant in zyn voorneemen mogten willen contramineren, of alle de voorgemelde Werken in het geheel

of ten deele, of onder eenige andere Titels ofte Naamen na te drukken, doen drukken, en te verkoopen, tot overgroote schade van hem Suppliant; en om dat in te wezen gesecureert, zo keerde den Suppliant hem tot Ons, ootmoediglyk verzoekende dat Wy hem Suppliant goetgunstig geliefden te verleenen speciaal Octroy en Privilegie, omme alleen geduurende den tyd van vyftien eerstkomende Jaaren, te mogen drukken, doen drukken, uytgeven en verkopen, *Historia Academiæ Regiæ Scientiarum, Auctore J. B. du Hamel*, en *Histoire de l'Académie Royale des Sciences, avec les Mémoires de Mathématique & de Physique tirés des Registres de cette Académie*, met alle de nog volgende deelen en stukken; en *Recueil des Machines approuvées par l'Académie Royale des Sciences, dont il est parlé dans l'Histoire & Mémoires de cette Académie & autres, avec les Explications de Mrs. de l'Académie Royale des Sciences, enrichies de plus de 200 fig.* benevens een *Recueil des Pieces qui ont remporté les Prix proposés par Mrs. de l'Académie Royale des Sciences*, en een *Table Alphabetique des Matieres contenues dans l'Histoire & les Mémoires de l'Académie Royale des Sciences, publiées dans son ordre*; en Eindelyk nog alle de *Mémoires de Mathématique, de Physique, & autres Pieces publiées par l'Académie Royale des Sciences, depuis son commencement jusques à l'année 1699. Inclusivement*; wel verstaende van het laest-genoemde Werk maer alleen alle die stukken ofte deelen, die tot nog toe, in de Provintie van Holland of West-Friesland nooyt waren gedrukt geweest; alles in zoo veele deelen, Tytlen, en formaaten als hy Suppliant zoude mogen goet vinden, met speciaal verbod aan alle andere om deselve Werken, of eenige van dien in het geheel, of ten deele, of onder andere Tituls of Naamen, na te drukken, te doen na drukken, ofte elders nagedrukt zynde in deze Provintie in te brengen, te vermyen ofte te verkopen, veel min eenige uyttreksels van dezelve, van wat natuure, naame, ofte in wat Taale deselve souden mogen zyn, te moogen maaken, ofte doen maaken, drukken of verkoopen, op een Boete van Drie-duysent Guldens, ofte soo veel het ons soude goed dunken tot meer afschrik, by de Contraventeurs te verbeuren, alsoo de Boete van Drie honderd Guldens in voorgaende Octroye van den 22. January 1706, tegens de Overtreders gestipuleerd, niet genoeg zynde om baetzugtige menschen van haar voornemen tot merkelyke schade aan den Suppliant af te schrikken, en de bovengemel

# PRIVILEGIE.

de Werken voor den Suppliant van de grootste aangelegentheyt synde. SOO IS 'T, Dat wy de zaake ende het voorsz. verzoek overgemerkt hebbende, ende genegen wezende ter beede van den Suppliant, uyt onse regte wetenschap, Souveraine magt, ende Authoriteit, den zelven Suppliant geconsenteert, geaccordeert, en geoctroyeert hebben, consenteeren, accordeeren, en octroyeeren hem by dezen, dat hy geduurende den tyd van vyftien eerst agter een volgende Jaaren, de bovengemelde Werken in dier voegen als zulks by den Suppliant is versogt, en hier vooren uytgedrukt staat, binnen den voorsz. Onsen Lande alleen sal mogen Drukken, doen Drukken, Uytgeven, ende Verkopen, verbiedende daeromme allen ende een ygelyken dezelve Werken in 't geheel ofte ten deele, te drukken, naer te drukken, te doen nadrukken, te verhandelen of te verkoopen, ofte elders nagedrukt binnen dezelve onsen Lande te brengen, uyt te geven, ofte te verhandelen en verkoopen; op verbeurte van alle de naargedrukte, ingebragte, verhandelde ofte verkogte Exemplaaren, ende een Boete van Drie duysent Guldens daer en boven te verbeuren, te appliceeren een derde part voor den Officier die de Calange doen sal, een derde part voor den Armen der plaatse daer het Casus voorvallen sal, ende het resterende derde part voor den Suppliant, en dit telkens so menigmael als dezelve sullen werden agterhaeld. Alles in dien verstande, dat wy den Suppliant met desen onsen Octroye alleen willende gratificeeren, tot verhoedinge van zyne schaade door het nadrukken van de voorsz. Werken, daer door in geenigen deelen verstaen, den innehouden van dien te authoriseeren ofte te advoueren, ende veel min het zelve onder onse protectie ende bescherminge eenig meerder credit, aansien ofte reputatie te geven, nemaer den Suppliant in cas daer inne iets onbehoorlyks zoude influeren, alle het zelve tot zynen laste zal gehouden wesen te verantwoorden; tot dien eynde wel expresselyk begeerende dat by aldien hy desen onsen Octroye voor dezelve Werken sal willen stellen, daer van geene geabbrevieerde ofte gecontraheerde mentie sal mogen maaken, nemaer gehouden wesen het zelve Octroy in 't geheel en sonder eenige omissie daer voor te drukken, of te doen drukken; ende dat hy gehouden sal zyn een Exemplaer van de voorsz. Werken op Groot papier, gebonden, en wel geconditioneert, te brengen in de Bibliotheecq van onse Universiteit te Leyden, binnen

den tyd van ses weeken, na dat hy Suppliant de voorsz. Werken sal hebben beginnen uyt te geven, op een boete van ses hondert Guldens, na expiratie der voorsz. ses weeken, by den Suppliant te verbeuren ten behoeven van de Nederduytse Armen van de plaats alwaar den Suppliant woont, en voorts op peene van met der daat versteeken te zyn van het effect van deesen Octroye: dat ook den Suppliant, schoon by het ingaan van dit Octroy een Exemplaar gelevert hebbende aan de voorsz. onse Bibliotheecq, by zoo verre hy gedurende den tyd van dit Octroy dezelve werken zoude willen herdrukken met eenige observatien, nooten, vermeerderingen, veranderingen, correctien of anders hoe genaemt, of ook in een ander formaat, gehouden sal zyn wederom een ander Exemplaar van deselve werken geconditionneert als voren, te brengen in de voorsz. Bibliotheecq, binnen den zelven tyd, en op de boete en pœnaliteit als vooren. Ende ten einde den Suppliant desen Onsen Consente ende Octroye mooge genieten als naar behooren, lasten wy allen ende eenen ygelyken dien het aangaan mag, dat zy den Suppliant van den inhouden van desen doen, laaten, ende gedoogen, rustelyk, vreedelyk, ende volkomentlyk genieten, ende gebruyken, cesseerende alle belet ter contrarie. Gegeven in den Hage, onder Onsen Groote Zegele hier aan doen hangen, op den negentienden December in 't Jaar onses Heeren ende Zaligmaakers, Duysent zeven hondert een en dertig.

J. G. V. BOETZELAER.

*Ter Ordonnantie van de Staten*

WILLEM BUYS.

Aan den Suppliant zyn nevens dit Octroy ter hand gesteld by extract Authenticq, haar Ed: Gr: Mog: Resolutien van den 28 Juny 1715 en 30 April 1728, ten einde om sig daar na te reguleeren.

# TABLE POUR L'HISTOIRE

## PHYSIQUE GENERALE.



## ANATOMIE.



## CHIMIE.



## BOTANIQUE.

## GEOMETRIE.



## ASTRONOMIE.



## MECHANIQUE.

# TABLE POUR LES MEMOIRES.

Sur

Ob-

# AVERTISSEMENT.

PIERRE MORTIER publiera dans peu la *Table des Matières contenues dans l'Histoire & les Mémoires de l'Académie Royale des Sciences*, à laquelle il fait travailler actuellement, & dont il y a déja deux Volumes d'imprimés. Cette Table qui comprendra toutes les Années, ſavoir depuis 1699. juſques en 1734. incluſivement, ſervira non ſeulement pour l'Edition de Paris, mais encore pour les deux Editions in 12. d'Amſterdam. Elle ſera toute nouvelle & beaucoup plus complette que celle de Paris. Il en tirera un petit nombre d'Exemplaires in Quarto pour ceux qui ont l'Edition de Paris. On ſe flatte que le Public aura tout lieu d'en être content.

# HISTOIRE
## DE
## L'ACADEMIE ROYALE DES SCIENCES,
### Année M. DCCXXXVI.

## PHYSIQUE GENERALE.

### *SUR LA ROSÉE.* *

EN Physique, dès qu'une chose peut être de deux façons, elle est ordinairement de celle qui est la plus contraire aux apparences. Il est possible que la Terre tourne autour du Soleil, ou le Soleil autour de la Terre, & c'est ce dernier qui paroît aux yeux de tout le monde, ce sera donc le prémier qui sera le vrai. On en fourniroit mille autres exemples, en voici un des plus récens. La Rosée peut également tomber d'une certaine région de l'Air, ou s'élever de la Terre comme une vapeur, jusqu'à cette région. Tout le monde juge qu'elle tombe, c'est un don du Ciel, il en favorise la Terre, &c. Il n'en est rien; la Rosée s'éleve de la Terre, du moins ce qu'on ap-

* V. les M. p. 480.

appelle proprement *Rosée*, ces gouttes d'eau imperceptibles chacune à part, mais qui se peuvent aisément ramasser, que l'on trouve le matin jusqu'à une certaine heure sur les Plantes, sur le Linge, &c.

Quelques Membres de l'Académie eurent cette idée dès 1687, peut-être même n'a-t-elle pas été inconnue à des Auteurs plus anciens. Elle sera venue fort naturellement à ceux qui auront seulement observé que les Cloches de Verre qu'on met sur les Plantes, se trouvent le matin toutes humectées en dedans, quoiqu'elles ne puissent avoir eu de communication avec l'air extérieur. M. Gersten, savant Allemand, a eu cette pensée, & s'en est fortement persuadé par toutes ses expériences, mais M. Musschenbroeck, célèbre Professeur en Philosophie à Utrecht, & Correspondant de l'Académie, l'a révoquée en doute, & a fait de son côté un grand nombre d'expériences qu'il a communiquées à l'Académie par M. du Fay. Celui-ci frappé de faits singuliers & inattendus qu'on y apprend, n'a pu résister à l'envie de vérifier & de suivre les observations de M. Musschenbroeck, & il s'est mis à travailler sur cette matiere, comme toute neuve.

Il a constaté d'abord que la Rosée s'éleve de la Terre qui a été échauffée par la chaleur du jour. Ce n'est pas que la Rosée ne s'éleve aussi pendant le jour, & plus abondamment selon l'apparence, mais elle est en même tems dissipée, évaporée. M. du Fay ayant posé au milieu d'un Jardin, dans le mois d'Octobre & dans de beaux jours, une grande Echel-

le double, haute de plus de 32 pieds, y a mis sur des planches, à plusieurs hauteurs différentes, des Carreaux de vitres, de sorte qu'ils ne s'ombrageassent point les uns les autres, & se présentassent à la Rosée avec un avantage égal. Il y en avoit un dès le pied de l'Echelle. Que falloit-il qui arrivât en cas que la Rosée s'éleve? Il falloit que le Carreau du pied de l'Echelle fût humecté le prémier, & ne le fût d'abord qu'en dessous, qu'ensuite & un peu plus tard il le fût aussi en dessus, mais moins, & que le Carreau immédiatement supérieur, le fût en dessous presque en même tems, & qu'enfin la Rosée continuât toujours jusqu'au haut de l'Echelle cette marche réguliere, & c'est précisément ce qui est arrivé.

Ce n'est pas pourtant qu'on doive toujours s'attendre à cette grande régularité, l'extrême diversité des circonstances ne la permet pas. Par exemple, la Rosée étoit montée successivement &, pour ainsi dire, en bon ordre jusqu'à une certaine hauteur pendant un certain tems; il survient un Vent qui la dissipe à mesure qu'elle s'éleve, & il dure jusqu'au tems où elle eût gagné le haut de l'Echelle, elle se trouvera donc en un moment portée depuis l'endroit où elle a été interrompue, jusqu'à l'endroit le plus haut, & sa marche n'aura plus le caractere qu'elle avoit, de se faire de bas en haut. Il en ira de même à proportion d'un froid ou d'un chaud accidentel & subit, la règle sera troublée, mais on verra aisément qu'elle ne sera que troublée, & qu'il en restera un fond bien marqué, qui dominera toujours.

Ainsi quand M. du Fay, en tournant l'expérience d'une autre façon, a voulu voir si des morceaux égaux de drap ou de linge, suspendus à différentes hauteurs, ne se chargeroient pas inégalement de Rosée, ce qu'il devoit aisément reconnoître par leur augmentation de poids, il s'est toujours trouvé, mais en général seulement, & avec quelques variations particulieres, que les morceaux les plus élevés étoient les moins chargés de Rosée, & au contraire, marque suffisante & sure que la Rosée monte.

M. Musschenbroeck ayant fait les observations sur la terrasse de l'Observatoire d'Utrecht, a vu que des Corps qu'il y exposoit à l'air, se chargoient de Rosée, & comme cette terrasse est couverte de Plomb, il a conçu que cette Rosée n'étoit pas sortie de ce Plomb, & que par conséquent elle étoit tombée d'en haut. Elle n'étoit pas effectivement sortie du Plomb, mais de la Campagne des environs, d'où elle s'étoit répandue sur la terrasse. Il est naturel & nécessaire que cette vapeur exhalée de la Terre, se porte çà & là au gré de la fluctuation de l'Air. M. du Fay s'en est encore assuré par des expériences faites à Paris sur une pareille terrasse.

Voilà donc le mouvement par lequel la Rosée monte, assez établi, bien entendu qu'elle pourra retomber si, avant que de se dissiper par la chaleur du jour, elle se ramasse en grosses gouttes que l'air ne puisse plus soutenir. Il pourra y avoir aussi des Brouillards épais qui tomberont de l'Air sur la Terre, mais ils

ne feront pas ce qu'on appelle communément & proprement *Rosée.*

Non seulement elle monte, mais elle monte toute la nuit d'un cours continu. M. du Fay y ayant exposé pendant une nuit du mois de Juin un morceau de Drap qu'il avoit la curiosité d'aller visiter & peser presque d'heure en heure, le trouva toujours augmenté de poids à chaque *pesée* par rapport à la précédente.

Venons maintenant à des faits beaucoup plus curieux dus en prémier lieu à M. Musschenbroeck. Il a observé, & M. du Fay l'a très soigneusement vérifié après lui, que plusieurs différens corps exposés à la même Rosée, s'en chargent très différemment, les uns plus, les autres moins, quelques-uns point du tout. Il semble qu'elle y fasse un choix. Les Verres & les Crystaux sont ceux qu'elle préfere à tous les autres, elle ne touche point aux Métaux. Il nous suffit de fixer ces deux extrêmes, & nous pouvons laisser tout l'entre-deux indéterminé.

Les deux extrêmes sont si bien marqués, qu'une vase de Crystal étant mis sur un plat d'Argent qui le déborde tant qu'on voudra, le vase sera tout humecté de Rosée, & les bords du plat parfaitement secs. La Porcelaine est une espece de Verre; six livres de Mercure ayant été mises par M. du Fay dans un plat de Porcelaine qui avoit des rebords exposés à l'air couloit sur ces rebords comme de petits ruisseaux de liqueur, tandis qu'il n'y en avoit pas la moindre apparence sur la surface du Mercure.

Il vient assez naturellement à l'esprit, que la Rosée reçue par différens corps, s'évapore plus aisément de dessus les uns que de dessus les autres qui la retiendront moins, & que par conséquent on trouvera les uns secs, & les autres humectés; mais M. du Fay a aisément prouvé que dans ceux qu'on trouve secs il faudroit que l'évaporation se fît avec une promptitude qui n'est pas possible, vu les obstacles ou les retardemens qu'il a eu soin d'y apporter. Il reste donc que la Rosée s'attache à certains corps & non pas à d'autres, à peu-près comme l'eau d'un Etang mouillera violemment un Barbet, & nullement un Cigne; ce sera un grand liquide, qui augmentant toujours pendant le cours d'une nuit, se répandra dans l'air en tous sens, mouillant ou ne mouillant pas les corps qu'il rencontrera, sélon les dispositions de leurs surfaces. Cela même prouve que la Rosée ne tombe pas, mais monte. Si elle tomboit, qui l'empêcheroit d'être reçue, & de séjourner du moins quelque tems dans un vase creux de métal dont la cavité seroit tournée en enhaut? La Rosée y seroit nécessairement contenue, quoique sans le mouiller, & on la trouveroit. Si elle monte, il est évident qu'on ne la trouvera pas dans ce vase, même tourné en embas, & opposé, comme dans l'autre cas, au mouvement qu'on lui suppose.

Mais il est vrai que ce sont-là de petits sistêmes précipités, qui ne sont pas encore trop de saison, si ce n'est peut-être parce qu'on se fait mieux une idée des faits, quand on imagine une cause, quelle qu'elle soit, qui

les

ses sie. M. du Fay promet d'approfondir beaucoup davantage toute cette matiere. Il entrevoit déja de loin quelque rapport entre les phénomenes de la Rosée & ceux des Corps Electriques & des Corps qui donnent des Phosphores. Il a découvert que tous les Corps qui peuvent être frottés, deviennent Electriques * hormis les Métaux, & que tous les Corps, hormis encore les Métaux, peuvent devenir Phosphores †, & voici maintenant que les Métaux ne reçoivent absolument point de Rosée, & apparemment sont les seuls qui la refusent si absolument. Il pourroit y avoir là quelque liaison, la présomption est grande que tout se tient dans la Nature, & plus intimement qu'on ne pense communément, mais il faut que ce soit une grande étude des parties en détail, qui nous éleve assez haut pour découvrir de-là ces connexions si étendues.

## SUR LA POURPRE D'UN COQUILLAGE DE PROVENCE ‡

CE Coquillage est très connu, bien décrit, & on sait si bien qu'il fournit une liqueur cou-

* V. l'Hist. de 1733. p. 5. & suiv. & celle de 1734. p. 1. & suiv.

† V. L'Hist. de 1730. p. 65. & suiv.

‡ V. les M. p. 67.

couleur de pourpre, qu'on lui donne le nom de *Pourpre* ou *Purpura*. Mais comme on n'a pas pu en tirer aucun profit pour la Teinture, on a négligé d'examiner cette liqueur, & M. du Hamel, s'étant trouvé en Provence, a fait en qualité de Physicien, ce qu'un Teinturier auroit jugé fort inutile.

Nous avons parlé en 1711 * des *Buccinum* de Poitou & de certains Grains découverts par M. de Reaumur, qui donnent une belle couleur de Pourpre, singuliere par les circonstances nécessaires pour la faire paroître. Nous supposons tout cela ici. La Pourpre de Provence a des singularités pareilles, & c'est à cet égard que M. du Hamel l'a examinée par un assez grand nombre d'expériences.

Le Suc, qui dans ces Coquillages fait la couleur dont il s'agit, est blanc quand ils sont bien sains & bien conditionnés. A peine est-il exposé au Soleil, qu'il devient successivement, en moins de 5 Minutes, verd-pâle & jaunâtre, verd d'Emeraude, verd plus foncé, bleuâtre, rouge, pourpre vif & très foncé.

Quand le Suc est verd dans l'Animal, ce que M. du Hamel attribue à une maladie, il devient aussi tôt d'un beau rouge au Soleil. La Coquille même qui en ce cas-là est quelquefois verte, rougit aussi.

Un Linge frotté de ce Suc, & dont une partie seulement est exposée au Soleil, ne rougit que dans cette partie.

Ce

* pag. 14. & suiv.

Ce qui ne devient pas Pourpre ou rouge, reste verd.

Un Soleil plus ford rend les changemens de couleur plus prompts, & peut-être aussi les couleurs plus vives.

Si sur un linge frotté de ce Suc & exposé au Soleil, on met un petit corps opaque, comme un Ecu, il rougit par-tout hormis dans l'endroit couvert par l'Ecu, ce qui semble indiquer que cet endroit n'a pas pris la couleur, faute de quelque transpiration qui n'a pu s'y faire.

Un Verre mis sur ce même linge, ne l'empêche pas de rougir, fût-il épais de trois doigts, & une simple lame de Laiton mince l'en empêche. Il n'y a de différence entre le Laiton & le Verre, par rapport à cette opération, qu'en ce que l'un est opaque & l'autre transparent.

Le linge mis successivement sous trois papiers, dont le 1er est noirci avec de l'Encre, le second est dans son état naturel, le 3me est huilé, se colore à proportion de leur transparence, & par conséquent beaucoup mieux sous le 3me.

La chaleur du feu, celle du fer rouge, ne produisent point de couleur, cependant la vapeur du Soufre brulant a paru en produire un peu.

Ce qui en différentes tentatives n'a pas pris couleur, en prend dès qu'un rayon de Soleil, qui même n'auroit passé que par une fente étroite, vient y frapper.

En Provence, où les expériences ont été faites, le Soleil de Janvier & de Février n'a

pas fait ce que faisoit celui de Mars. Il a paru même que dès le mois de Mars le Soleil n'étoit plus nécessaire, & que l'air bien échauffé, même dans des tems couverts, suffisoit. A plus forte raison suffiroit-il dans des mois plus chauds. Ainsi la lumiere & la chaleur du Soleil agissent, & elles peuvent agir séparément, mais la lumiere est toujours assez forte pour agir, & la chaleur a besoin d'être à un certain degré. Il faut de plus qu'elle soit appliquée à des matieres subtiles & déliées, car la production d'une nouvelle couleur demande que les particules les plus fines de la surface d'un corps soient mises en mouvement.

Cette Pourpre auroit par sa grande viscosité un grand avantage dans la Teinture, elle a résisté aux plus violens *débouillis* par lesquels M. du Hamel l'a fait passer. Ce n'est pas que les échantillons, qui en ont été teints, ne se soient beaucoup déchargés, mais il étoit aisé de s'appercevoir que cela n'arrivoit qu'à leur superficie, & que le corps de l'étoffe ou du linge étoit toujours également pénétré de la couleur. Le Suc de la superficie n'étoit pas assez adhérent à celui du fond, & même comme ce Suc pour prendre sa couleur, a passé par le Soleil, il est fort possible que quand il a été fort épais, il ne se soit coloré que dans sa superficie. Pour remédier à cet inconvénient, il faudroit le dissoudre dans quelque liqueur convenable, après quoi il s'étendroit plus uniformément dans le corps qu'on en voudroit teindre; apparemment les Anciens savoient dissoudre ainsi leur Pourpre, mais nous ne connoissons ni cette Pourpre,

ni

ni son Dissolvant, ni celui qui conviendroit aux nôtres.

CEtte année parut un second Tome des *Mémoires pour servir à l'Histoire des Insectes*, dont M. de Reaumur avoit déja donné le prémier Tome en 1734*. Ce n'est encore ici qu'une Suite ou un Supplément de l'Histoire des Chenilles, qui avoit tenu tout le prémier Volume. M. de Reaumur peut espérer de l'équité des Lecteurs que ce prémier Volume aura fait d'avance l'apologie de la longueur des deux ensemble sur un sujet aussi petit en apparence que les Chenilles. On aura beaucoup rabbattu de ce mépris injuste & très-peu philosophique, que l'on a ordinairement pour les Insectes; on aura vu que dans leur vie presque entierement obscure & inconnue, il se passe une infinité de merveilles qui seront perdues pour nous, à moins qu'on ne les observe & avec exactitude, & avec assiduité, & avec sagacité; que l'art de faire ces observations est assez curieux par lui-même, & assez agréable pour devoir être exposé dans une juste étendue, que d'ailleurs il étoit nécessaire d'en instruire ceux qui voudroient ou suivre les mêmes vues, ou y ajouter, qu'enfin il falloit parler non seulement aux Lecteurs ordinaires qui ne cherchent qu'à s'amuser sur la superficie des choses, mais autant pour le moins aux Physiciens, qui veulent ap-

* V. l'Hist. de 1734. p. 24. & suiv.

approfondir, & qu'on étoit encore trop heureux qu'il se trouvât naturellement tant d'agrément mêlé à la sécheresse des matieres qu'il avoit été indispensable de traiter.

Ce second Volume, en y comprenant même la Préface, ne seroit, comme nous venons de le dire, qu'une Suite ou un Supplément du prémier, si ce n'étoit un assez long morceau de la Préface employé à prouver que les Insectes ne viennent point de corruption, mais uniquement par la voye de génération, aussi-bien que tous les autres Animaux. Naturellement il falloit commencer par-là l'Histoire générale, & ce morceau est mal placé, mais M. de Reaumur avoit supposé, avec raison, ce point de Physique comme absolument décidé chez tous ceux qui ont quelque teinture d'Histoire naturelle, & il n'a pas eu la présomption de croire son Livre si parfait, que cette supposition ne fût l'endroit foible, & que la passion de critiquer ne pût se soulager qu'en l'attaquant par-là. Il est donc revenu sur ses pas, pour prouver ce qui est évident, & ce qu'on peut dire que personne ne conteste, mais nous n'entrerons pas après lui dans cette discussion; s'il a eu plus d'égard à son intérêt personnel qu'à l'honneur d'un Siecle aussi éclairé que le nôtre, nous nous dispenserons de l'imiter.

Nous suivrons pour ce 2d Tome l'ordre que nous avons pris pour le 1er, celui des trois états successifs des Chenilles, indiqué & prescrit en quelque sorte par la Nature.

Depuis l'impression du 1er Tome, M. de Reaumur a découvert des Chenilles, ou plus ra-

res, ou que le hazard ne lui avoit pas présentées. Il paroît que le nombre des différentes Especes sera encore plus grand qu'on ne pensoit. Entre ces nouvelles Chenilles, voici les plus singulieres.

Une que M. de Reaumur appelle le *Sphinx*, parce que quand elle ne mange point, plus d'un tiers de son corps, du côté de la tête, se redresse perpendiculairement sur la feuille sur laquelle il étoit auparavant couché, & se tient fort longtems dans cette situation avec un certain air de fierté que lui donne cette tête haute. Des especes de Bandelettes qu'on lui voit autour du corps, peuvent encore contribuer au nom de Sphinx.

Cette Chenille a une Corne sur le derriere. On n'en connoît point l'usage, mais seulement l'embarras, car elle est creuse, & renferme, comme feroit un Etui, la nouvelle Corne qui doit lui succéder à chaque fois que l'Insecte change de peau, c'est de quoi M. de Reaumur s'est bien assuré en coupant la Corne dans le tems que la Chenille muoit, & trouvant ensuite la nouvelle Corne coupée aussi, emboitée comme elle est naturellement dans l'ancienne, elle n'est donc qu'un obstacle au dépouillement de l'Animal, & en effet M. de Reaumur a été témoin des grands efforts qu'il est obligé de faire quand il en est venu là. On pourra comparer à ce cas celui de dépouillement des Poils, dont il a été parlé en 1734.

Une autre Chenille est remarquable par son derriere, qui porte deux tuyaux assez longs, immobiles, dirigés à peu-près selon la lon-

gueur du corps, & creux, puisqu'il en sort, quand l'Animal le veut, une espece de queue longue, fléxible, qui se tourne également de tous côtés, & qui paroît devoir servir à l'Animal pour ôter de dessus son corps tout ce qui l'incommoderoit. M. de Reaumur n'a vu cet instrument sortir que d'un seul des deux tuyaux à la fois, mais l'égalité parfaite des deux tuyaux, & une certaine simétrie, demandent que ce soit la même chose des deux côtés. On verra bien-tôt que cet instrument peut être d'une grande utilité aux Chenilles qui ont le bonheur d'en être armées.

Il y a encore une Chenille qui, aussi-bien que le Sphinx, a reçu un nom par rapport à ses attitudes, ç'a été celui de *Zic-zac*, qui lui convient par toutes les inflexions bizarres & différentes que son corps prend à son gré.

Outre les industries communes à toutes les especes de Chenilles, & faciles à appercevoir, il y en a de particulieres à quelques especes, & qui sont plus mistérieuses. Certaines Chenilles filent en marchant, & marquent toute la trace du chemin qu'elles font, par un fil de soye qui sort en même tems du Réservoir & de la Filiere qu'elles ont dans le corps. Cette dépense en soye paroît jusqu'ici fort superflue, mais on en voit l'utilité si la Chenille vient par quelque accident à tomber de l'endroit où elle marchoit, elle ne tombe que suspendue à ce fil qu'elle a devidé, & qui se trouve toujours assez fort pour soutenir le poids de son corps sans se rompre; de plus elle arrête sa chute, si elle veut,

elle est maîtresse de cesser de filer, & si elle ne cesse pas, elle rend sa chute plus lente & beaucoup plus douce.

Mais il y a encore beaucoup plus, elle peut par le moyen de ce fil remonter jusqu'au lieu d'où elle est tombée, & cette manœuvre est assez fine. Où la Chenille, suspendue en l'air par sa tête à l'extrémité du fil, prendra-t-elle un point fixe sur lequel elle puisse se remonter? Elle porte sa tête en embas, & alors deux de ses jambes se trouvent aussi haut qu'étoit la tête auparavant, avec ces jambes elle saisit le fil à un point plus élevé que son extrémité, & c'est-là le point fixe sur lequel elle se remonte en redressant sa tête, & auquel elle arrive. Voilà le prémier pas, dont tous les autres ne sont qu'une répétition. Cela s'exécute avec tant de vîtesse, & si fort en petit, que les yeux voyent plutôt ce qui est fait que ce qui se fait. Quand la Chenille est entierement remontée, on lui trouve les jambes embarrassées de tout ce fil, qu'elle a entraîné avec elle, mais elle sait s'en défaire bien vîte, & elle paroît assez riche en soye pour n'en devoir pas être avare.

Un artifice plus curieux & plus caché est celui par lequel des Chenilles, avant que de se transformer en Crysalides, se font des logemens dans des feuilles d'Arbres dont elles ont roulé elles-mêmes une grande partie à plusieurs tours posés l'un sur l'autre, de sorte qu'elles sont là dans une espece de Cornet cylindrique & proportionné à leur grosseur, bien défendues contre les injures de l'air, & bien tranquilles. Des mains adroites n'auroient pas

pas mieux roulé ces Cornets, qui ont quelquefois jusqu'à six tours, & les Chenilles n'ont point de mains, ni rien qui en puisse faire les fonctions.

Quand une Chenille veut rouler une feuille sur laquelle elle est posée, & je suppose qu'elle le soit sur la surface supérieure, c'est-à-dire, sur celle qui regarde le Ciel, elle se poste à une telle distance du bord de la feuille qu'elle le puisse attraper avec la tête sans changer de place, & ensuite sans en changer encore elle portera sa tête sur un endroit de la surface de la feuille diamétralement opposé à celui du bord. Dans ces deux mouvemens elle file, elle va attacher un fil de soye au bord de la feuille, & puis sur un certain point de sa surface. Ce fil est plus court que la distance de ce point de la surface de la feuille à celui du bord, & par conséquent il amene le point du bord vers celui de la surface, il oblige une certaine portion de la feuille à se courber de dehors en dedans, ou de dessous en dessus, & ce seul fil ameneroit le bord à toucher la surface s'il étoit assez fort & assez court, mais il n'est ni l'un ni l'autre, & de plus il est facile de se représenter que quand une extrémité pointue d'une feuille, ou toujours du moins peu large, viendroit en se courbant, toucher la surface de la feuille, il ne se formeroit qu'une concavité où une grande partie du corps de la Chenille demeureroit à découvert; ce n'est donc pas encore là tout ce qu'il faut.

La Chenille fortifie son prémier fil par un très grand nombre d'autres tirés dans le mê-

me-

me fens, & qui ne font que le même effet. Le bord de la feuille ne vient pas toucher la furface, il en refte éloigné plus ou moins. Il n'y a qu'un tour ou même un demi-tour de fait, & ce n'eft pas affez, la Chenille n'y logeroit pas. Elle commence une feconde manœuvre, elle fe place de maniere à pouvoir attacher par un bout des fils fur le dos de la feuille, à une certaine distance du bord, & par l'autre bout, fur la furface de la feuille, à une moindre diftance du milieu que les premiers fils. La feuille eft donc obligée à fe courber plus qu'elle ne faifoit, & le logement que l'Infecte fe prépare, & qui eft fon grand objet, en fera mieux couvert, mais ordinairement il ne le feroit pas encore affez par ce fecond tour, & d'autres exécutés fucceffivement de la même maniere, acheveront ce petit édifice fi ingénieux.

Il l'eft même plus qu'il ne paroît jufqu'à préfent. Les fils qui à chaque tour tiennent la feuille courbée, ont à vaincre fon reffort qui tend fans ceffe à la redreffer, & il eft étonnant que fins & deliés comme ils font, ils le puiffent vaincre en quelque nombre qu'ils foient. Auffi la Chenille a-t-elle le fecret d'ajouter une nouvelle force à la leur. Elle file pour un tour du Rouleau des fils tous paralleles entre eux, qui font un certain plan, & fur ce plan elle en file un fecond qui le croife fous un angle quelconque ; elle va fe pofer fur ce fecond plan à leur interfection commune, & elle y pefe de toute fa force comme fi elle vouloit enfoncer ce plan, moyennant quoi il fe courbe lui-même en dedans,

rap-

rapproche un peu davantage les deux parties de la feuille auxquelles il tient, & en surmonte plus aisément le ressort, qui peut même être détruit en plusieurs endroits par la grandeur de la courbure. Si ce second plan ainsi pressé, fait bien son effet, il est clair que le prémier n'en a plus, il devient trop lâche pour exercer l'action de tirer par ses deux bouts contre un ressort qui lui résiste.

Il en va de même de tous les tours comparés les uns aux autres. Quand les fils du second tour sont faits, ceux du prémier deviennent inutiles, & ainsi de suite, mais la Chenille est en état de ne pas épargner la soye.

Son Rouleau ou Cornet ne la met pas seulement à couvert, il la nourrit. Elle mange les murs de son logement, mais avec prudence, elle n'attaque que les derniers tours devenus inutiles, & le dernier qui fait proprement le toit ou la couverture du bâtiment, est conservé en entier; les autres ont fourni à la subsistance, & elle est d'autant plus abondante qu'il y a plus de tours. Qui sait si les Chenilles ne multiplient pas les tours selon le besoin qu'elles prévoyent? Il y en a de petites qui ne pouvant ronger que la substance la plus tendre, ou le parenchime de la feuille, épargnent les côtes & les nervures.

Après cela on ne sera pas étonné qu'il y ait d'autres Chenilles qui sachent plier simplement des feuilles dans la même intention, d'autres qui en lient plusieurs en un petit paquet, quand elles les y trouvent déja disposées par leur position naturelle. M. de Reaumur

mur les distingue toutes à cet égard par les noms de *rouleuses*, de *plieuses*, de *lieuses*. Le talent de rouler est fort supérieur, celles qui le possedent ne se contentent jamais de plier, & celles qui plient en sont privées, puisqu'elles ne roulent jamais.

Les différentes especes ont différentes inclinations, non seulement dans ce qui appartient au Physique, à leur nourriture, à leurs ouvrages, &c. mais encore dans ce qui regarde, pour ainsi dire, le Moral. Elles naissent toutes d'Oeufs de Papillon, & dans quelque espece que ce soit un même Papillon en a déposé un fort grand nombre dans un même endroit. Ils éclosent tous dans le même tems à très-peu près, & il seroit naturel que les Chenilles qui en sortent, de quelque espece qu'elles fussent, ou demeurassent toutes ensemble, déterminées par le voisinage, ou se dispersassent toutes par quelque raison commune. Il est bien vrai qu'il y en a qui se tiennent ensemble, & pendant toute leur vie de Chenille, & même pendant celle de Crysalide, & qui ne séparent que quand elles sont Papillons. Il est vrai aussi qu'il y en a qui se séparent dès qu'elles sont nées, & ne se rejoignent plus, mais il y en a qui après avoir vécu quelque tems ensemble depuis leur naissance dans l'état de Chenilles, se séparent pour jamais avant que de sortir de cet état. Ne semble-t-il pas que l'esprit de société soit distribué dans ces différentes especes de Chenilles selon toutes les combinaisons qu'il est capable de recevoir ?

Celles qui ne l'ont que pour un tems, & c'est

c'eſt l'eſpece la plus commune en ce païs-ci, commencent, dès qu'elles ſont nées, par s'emparer d'une feuille, & par ſe ranger ſur ſa ſurface ſupérieure, de maniere qu'elles ſoient parallelement à côté les unes des autres ſans laiſſer d'intervalles, & que toutes leurs têtes ſoient à peu-près ſur la même ligne droite. C'eſt-là un rang qui s'étend d'un bord de la feuille à l'autre. Toutes les têtes ſont en action, elles rongent, & ne rongent que ce que la feuille a de plus délicat, & non ſeulement leur goût les y porte, mais la foibleſſe de leurs dents ne leur permettroit pas de rien faire de plus. Après ce prémier rang il y en a un ſecond tout pareil dont chaque tête touche le derriere d'une Chenille du rang précédent. Quand toute la partie, toute la petite bande de la feuille, qui s'eſt trouvée ſous les têtes du prémier rang, a été mangée, toutes ces têtes ou toutes les Chenilles de ce rang, avancent en même tems d'un pas, & laiſſent à découvert l'eſpace qui portoit leur derriere, & où par conſéquent elles n'ont point touché. On voit bien que les têtes du ſecond rang vont s'en ſaiſir, & après cela tout le reſte eſt fort aiſé à imaginer. On voit une eſpece de Bataillon quarré, une Phalange Macédonienne, qui ravage le deſſus d'une feuille avec la plus exacte diſcipline militaire.

Ce n'eſt-là que l'enfance de ces Chenilles. Quand elles ſont devenues plus fortes, & qu'il leur faut plus de ſubſiſtance, elles ſe font toutes enſemble, car elles ne veulent pas encore ſe quitter, une aſſez grande habitation com-

commune, qu'on appelle improprement leur *Nid*. On divinera ſans peine que ce ſeront pluſieurs feuilles de l'Arbre, voiſines naturellement les unes des autres, qu'elles rapprocheront encore, s'il le faut, avec des fils de ſoye, & qu'elles couvriront toutes d'une toile de même matiere qui fera l'enceinte générale.

Cette enceinte n'eſt effectivement que générale & extérieure. Tout le dedans du Nid eſt partagé par de ſemblables toiles en un grand nombre de logemens particuliers, ſoit que chaque Chenille s'en ſoit fait un, ſoit que pluſieurs ayent travaillé de concert au même, mais toujours il n'y en a aucun où les Architectes n'ayent réſervé dans la cloiſon un vuide, une porte qui communique au logement voiſin. Tout cela n'a d'ailleurs nulle forme réguliere, ni conſtante, nulle ſimétrie, c'eſt un Labirinthe, mais qui aſſurément n'embarraſſe par ſes habitans. Quand il eſt devenu trop étroit pour eux, parce qu'ils ont crû, ils n'en changent pas, mais ils l'étendent.

C'eſt-là que pluſieurs centaines de Chenilles vivent ſous la plus parfaite forme de République, & jouiſſent du ſecret & de la paix qui leur ſont néceſſaires pour changer de peau toutes les fois qu'elles y ſont obligées. Il n'y a que leur derniere mue qu'elles ne font pas là. Quand le tems en approche, c'eſt le ſignal de leur ſéparation, la ſociété eſt diſſoute, & chacune va de ſon côté muer ailleurs pour la derniere fois, & puis ſe transformer en Cryſalide.

D'au-

D'autres especes ne se séparent pas même pour ces deux dernieres opérations, & par conséquent elles passent ensemble toute leur vie de Chenille jusqu'à celle de Crysalide inclusivement. Elles sont si soigneuses de ne se point quitter, même dans cet état où elles n'ont presque pas de vie, que toutes leurs coques de Crysalides sont rassemblées en un même lieu, se touchent les unes les autres, & se tiennent comme collées.

Rien ne produit plus d'union entre des Sujets qu'un grand esprit d'obéissance à un Chef commun. Toutes les fois que ces Chenilles-là passent d'un lieu dans un autre, & l'on juge bien qu'elles ne vont qu'ensemble, il y a un Chef qui marche à la tête, & dont tous les mouvemens réglent dans le derniere exactitude ceux de toute la Troupe. S'il tourne à gauche, tout y tourne dans l'instant; s'il s'arrête, tout s'arrête, & cette Troupe ne marche pas en confusion; la Chenille qui est le Chef, est suivie, sans aucun intervalle, par deux autres dont les corps ont la même direction que le sien, & qui par conséquent sont paralleles entre elles, & de plus se touchent. Après ce second rang vient un troisiéme formé d'un plus grand nombre de Chenilles; mais posées précisément de même, & toujours ainsi de suite. Il paroît dans les différentes marches ou *processions* de ces Chenilles, car M. de Reaumur les appelle *processionnaires*, que ce n'est pas toujours la même qui est à la tête, mais que c'est quelque hazard qui en décide.

M. de Reaumur a fait dans ce Volume de nou-

nouvelles remarques sur les Crysalides. Immobiles sous cette forme, & sans aucune action, elles ne font qu'attendre du tems qu'il les dispose à la forme qui doit suivre, à celle de Papillon, & il ne peut les y disposer que parce que leurs parties, auparavant très molles, s'affermissent, & acquierent la consistance qui leur sera nécessaire. Cela est si vrai, que M. de Reaumur ayant enfermé des Crysalides dans des Tubes, il a trouvé dans le fond, au bout d'un certain tems, une petite quantité sensible de liqueur aqueuse, dont sans doute les Crysalides s'étoient défaites ou purgées par la voye de la transpiration.

Il est bien certain que cette transpiration dépend de la différente température de l'air, qu'elle est ou augmentée par le chaud, ou diminuée par le froid, mais elle dépend aussi de la différente constitution de chaque espece de Chenille ou de Crysalide. Par ces deux principes différemment combinés, la durée de la vie de différentes Crysalides sous cette forme doit être fort inégale. Les deux extrémités sont que les unes ne vivent Crysalides que huit jours, ou deviennent Papillons au bout de ce tems-là, & que les autres ne le deviennent qu'au bout de huit mois, & par conséquent vivent Crysalides pendant un de nos Hivers entier, & davantage.

On concevra aisément par-là qu'il peut y avoir en une seule année deux générations de Chenilles d'une même espece. Que des Oeufs pondus par un Papillon à la fin de l'Autonne, ayent passé l'Hiver, & éclosent au commencement du Printems, que ces Chenil-

nilles parvenues à l'état de Cryſalides, y durent peu, parce qu'elles ſeront favoriſées par la chaleur fortuite de la ſaiſon, ces Papillons pondront leurs Oeufs aſſez tôt pour leur faire trouver un reſte de chaleur d'Eté capable d'en tirer une ſeconde génération de Chenilles pour l'Autonne. Il faut que les circonſtances ſe ſoient ajuſtées aſſez heureuſement. On juge bien que cet *heureuſement* n'eſt que pour les Chenilles.

Les expériences ont bien aſſuré M. du Reaumur que le chaud hâtoit & que le froid retardoit la métamorphoſe de la Cryſalide en Papillon. Des Serres chaudes & des Serres froides, c'eſt-à-dire, des Glacieres, lui ont donné un moyen facile de comparer ce qui ſe paſſoit à cet égard dans les unes & dans les autres, & à l'air libre.

Puiſque c'eſt la tranſpiration augmentée ou diminuée, hâtée ou retardée, qui décide du tems que la Cryſalide demeure Cryſalide, il étoit curieux de voir ſi elle demeureroit Cryſalide tant qu'on voudroit, ſuppoſé qu'on arrêtât ſa tranſpiration. Il ne s'agiſſoit que d'en trouver l'expédient, & M. de Reaumur imagina d'enduire la Cryſalide d'un Vernis qu'il décrit, impénétrable à l'air. Il y avoit bien de l'apparence que la métamorphoſe ſeroit retardée, mais peut-être le ſeroit-elle trop, peut-être ne ſe feroit-elle plus, ou ne ſeroit-elle que mal conditionnée. Tout arriva à ſouhait, des Papillons ſont ſortis deux mois plus tard qu'ils n'euſſent fait, & parfaitement tels qu'ils devoient être. On ne ſait point encore juſqu'où cela peut aller.

Voilà

Voilà donc certainement la vie de la Cryſalide, & par conſéquent celle de tout l'Animal, prolongée, mais par malheur ce n'eſt ni l'une ni l'autre des deux portions de ſa vie où il agit, ce n'en eſt que la portion qui eſt preſque une mort. Vivrions-nous plus long-tems, à proprement parler, ſi le tems de notre vie agiſſante demeurant le même, celui de notre ſommeil étoit allongé? C'eſt une queſtion, ſi l'on veut.

Mais de cette découverte ſur les Cryſalides, il en a réſulté quelque choſe qui peut être beaucoup plus utile. M. de Reaumur a fait réflexion que les Oeufs de Poule, dont nous faiſons tant d'uſage, ſont des eſpeces de Cryſalides ſelon la Phyſique moderne, lorſqu'ils ont été fecondés par le Coq. Leur Germe contient un petit Animal déja tout formé, déja vivant, qui n'attend que la chaleur pour ſe développer, & qui ſe développera plutôt ou plus tard, ſelon les circonſtances. Les Oeufs, malgré la dureté de leur coque, tranſpirent; quand ils ont été gardés, on voit à l'un de leurs bouts un vuide qui s'eſt formé entre la coque & une membrane intérieure; c'eſt même là une des marques qui font reconnoître qu'ils ont été gardés, & ne ſont pas frais, ce vuide eſt cauſé par la matiere qui s'eſt échappée, & il en meſure la quantité. De plus, de grands Obſervateurs ont découvert dans l'Oeuf des canaux qui percent la coque, & par où il communique avec l'air extérieur. M. de Reaumur ſe crut donc bien fondé à regarder les Oeufs comme des Cryſalides, & pour les empêcher de tranſpirer &

les conserver longtems sans altération, il leur appliqua le même Vernis qui lui avoit si bien réussi pour les Crysalides. L'invention étoit plus heureuse qu'il n'auroit peut-être osé l'espérer. Des Oeufs de plus de deux ans se trouverent aussi frais que des Oeufs de la journée, tout au plus une personne avertie y auroit-elle pu sentir quelque différence.

Ce seroit sans doute une grande commodité de pouvoir ainsi embaumer en quelque sorte des Oeufs, d'en avoir toujours de frais, & en aussi grande quantité, dans les saisons où les Poules ne pondent point, ou pondent peu, de n'en point manquer dans les plus longues Navigations, &c. L'Inventeur a amené l'opération à un point où elle seroit très facile & très expéditive, &, ce qui est encore fort important, augmenteroit si peu le prix des Oeufs, que ce n'est presque pas la peine d'en parler. Il n'y a donc plus rien à désirer pour le succès de cette nouveauté, si ce n'est qu'une certaine fortune inconnue & bisarre, qui préside à tout, la favorise. En ce cas une pratique utile & populaire tirera son origine des spéculations, inutiles & oisives en apparence, d'un Physicien sur les Chenilles.

Cela iroit encore plus loin, s'il étoit permis d'en conclurre que les Hommes pourroient aussi se conserver plus longtems, en s'enduisant de quelques especes de Vernis qui leur convinssent, comme faisoient autrefois les Athletes, comme font aujourdhui les Sauvages, quoique peut-être dans d'autres intentions. Mais il n'est pas nécessaire, quant à pré-

présent, de suivre cette matiere jusqu'où elle pourroit aller. Il nous suffira de faire voir en général qu'il faut que les Philosophes aillent fureter dans tous les coins & recoins de la Nature, & qu'ils ne savent pas où il y a des trésors cachés qui les attendent.

Il reste une question qui appartient de plus près à ce sujet. Le Poulet éclorra-t-il d'un Oeuf si longtems conservé frais par le Vernis? Divers accidens qui ont traversé les expériences de M. de Reaumur, ont rendu d'abord ce point douteux, mais enfin il est venu un Poulet, monstrueux à la vérité, ayant quatre Jambes, mais il n'est pas besoin de prouver que ce n'étoit pas le Vernis qui les lui avoit faites.

La troisieme vie de nos Insectes est presque toujours fort courte, & presque toujours uniquement destinée à la génération, dont il n'a pas été question jusques-là. Il y a des especes de Papillons qui ne vivent que quelques jours, d'autres une semaine ou deux tout au plus; quelquefois, mais rarement, on en voit qui ont passé l'hiver, sans doute dans des retraites bien cachées; on les reconnoît pour être d'une si longue vie à ce qu'ils paroissent dès le commencement du Printems, qui n'est pas leur saison.

Ce n'est que dans les Papillons qu'il se trouve deux Sexes, les Chenilles n'en avoient point, les Crysalides n'en pouvoient rien faire. Dès qu'un Papillon est né, dès qu'il a bien séché, bien affermi ses Aîles, il commence, s'il est mâle, à voler d'un vol incertain, bisarre, irrégulier, mais vif, pour rencontrer

un Papillon femelle, qu'il sait ne pouvoir trouver que par hazard. La femelle au contraire se tient assez volontiers dans l'endroit même où elle est née, & par une espece de bienséance elle y attend tranquillement que le hazard lui amene un Mâle. Il est vrai aussi qu'elle n'est pas si propre au mouvement que lui; elle est beaucoup plus grosse & plus pesante, pleine d'Oeufs d'un bout de son corps à l'autre, comme si elle n'étoit qu'un Sac fait pour les porter. Il seroit embarrassant de dire à quoi lui servent ses Aîles. L'accouplement se fait presque dans le même instant que la rencontre du Mâle & de la Femelle, si celle-ci se trouve dans une situation convenable, & si elle ne fait pas quelque peu d'honnête résistance.

Les especes de Papillons, qui n'ont pas de Trompe, certainement ne mangent point, ils peuvent d'ailleurs avoir été Crysalides pendant un Hiver, & quelque partie de l'Eté, & comment après un si long jeûne peuvent-ils jeûner encore dans l'état de Papillon où ils ont tant de fonctions & si vives à exercer, car il n'en faut pas excepter les Femelles mêmes qui n'ont qu'à pondre? N'est-ce rien que les efforts nécessaires pour pousser hors d'elles 2 ou 300 Oeufs, qui leur couteront même encore un travail que nous verrons dans la suite? Comment dans la vie de Chenille l'Animal a-t-il pu prendre une provision d'alimens suffisante pour deux autres vies dont la durée devoit être si longue par rapport à la premiere? Il n'en faut peut-être pas encore chercher l'explication par les premiers prin-

principes de la Physique, mais seulement remarquer ces sortes de fait qui pourront un jour servir de principes pour en expliquer d'autres.

Dans toutes les especes de Papillons, le Mâle dans l'accouplement fait sortir du dernier anneau de son corps une partie qui entre dans le derriere de la Femelle. Hors de-là on force cette partie virile & tout ce qui l'accompagne à se montrer aux yeux, lorsqu'on presse un peu adroitement le derriere du Mâle avec ses doigts.

Ce derriere est extrêmement fléxible, & se peut recourber de tous les sens, en enhaut, en embas, à droite, à gauche. De-là viennent les différentes attitudes des accouplemens des différentes especes de Papillons. Dans les uns, le Mâle est posé parallelement contre le corps de sa Femelle, parce qu'il en a saisi le derriere avec le sien, qu'il a recourbé à droite ou à gauche. Alors les aîles des deux Papillons étendues horizontalement font un voile qui cache leur opération. Dans d'autres accouplemens, le Mâle se pose sur la Femelle, & recourbe son derriere en embas; il arrive quelquefois que des accidens, qui devroient les séparer, ne les séparent pourtant pas, la Femelle s'envole chargée de son Mâle, qui apparemment n'a pas été interrompu, & c'est peut-être là le principal usage qu'elle fasse de ses aîles. Il ne semble pas que la combinaison du derriere recourbé en enhaut doive se trouver ici, elle ne s'y trouve pas en effet pour l'accouplement, mais seulement dans le cas où un Mâle va cherchant par l'air une Femelle, déja tout prêt à en faire son devoir quand il

il l'aura trouvée. Il reste enfin pour la perfection des combinaisons, que dans quelques accouplemens ce recourbement soit nul, & c'est aussi ce qui arrive quand les deux Papillons, se tenant par le derriere, ont leurs corps posés sur la même ligne droite, & que leurs têtes sont tournées vers des côtés opposés. Il n'y a point encore de recourbement, à proprement parler, quand les deux Papillons accrochés des deux côtés d'une même petite branche d'arbre, & paroissant se regarder l'un l'autre en face, se tiennent par le derriere vers le bas de la branche.

L'accouplement de plusieurs especes de Papillons se passe fort tranquillement & dans un grand repos, mais non pas celui des Papillons venus de Vers à soye. Le Mâle éleve & abbaisse ses asles, en un mot les agite avec beaucoup de vîtesse. M. Malpighi a eu la patience, ou s'est donné le plaisir de compter ces agitations qui se succedent rapidement, & il en a vu jusqu'à 130. Après cela le Papillon tombe dans une langueur qui peut durer un quart d'heure, & quelquefois se sépare de sa Femelle. Au bout de ce tems il la reprend s'il l'avoit quittée, mais toujours il recommence ses battemens d'asles, en moindre nombre à la vérité, il n'en fait plus que 36 de suite. Il y a encore des reprises, mais dont les intervalles sont toujours plus longs, & les agitations moins nombreuses.

Les Oeufs de la Femelle n'avoient plus aucun accroissement à prendre dans son corps, aucun degré de maturité à acquérir, il ne leur manquoit que d'être fecondés par la li-

queur

queur séminale du Mâle, & dès qu'ils l'ont été, ils sont prêts à sortir; seulement la Mere prend pour les pondre le tems que leur grand nombre demande, & celui que demandent aussi ses soins pour une famille qu'elle va pourtant quitter, car tout cela fait, sa destinée est remplie, elle meurt.

Elle ne dépose pas ses Oeufs au hazard sur la Plante où elle se trouve au tems de l'accouplement, si elle n'est pas sur celle ou sur quelqu'une de celles qu'elle aimoit étant Chenille. Elle la va chercher, afin que quand les petits éclorront, ils trouvent dès le moment de leur naissance des alimens convenables tout prêts.

Elle ne les disperse pas çà & là & sans ordre. Elle les arrange avec simètrie, & les colle les uns aux autres, non par leur glutinosité naturelle, mais par une autre substance qui leur est étrangère, & qu'elle tire de ses entrailles pour cet effet.

Elle fait encore plus. Quand elle a, comme il arrive à quelques especes, un gros bourlet de poil au derriere, elle s'arrache tous ces poils un à un pour en faire un Nid, plus véritablement *nid* que ceux dont nous avons parlé, & là les Oeufs reposent mollement, tranquillement & surement jusqu'à ce qu'ils viennent à éclorre. On demandera avec quelle main elle s'arrache les poils du derriere; c'est avec le derriere même qui se recourbe comme faisoit celui du Mâle dans un autre dessein, & qui n'a pas moins de flexibilité ni d'adresse.

Les Oeufs sont d'autant de grandeurs & de

figures différentes qu'il y a d'especes de Papillons. Depuis la Sphere & le Segment de Sphere plus ou moins grand, jusqu'au Cone plus ou moins parfait, on voit des Oeufs de toutes les figures. Mais ce n'est pas tout, leurs surfaces sont différemment ouvragées, toujours avec art, cannelées, dentelées, à côtes, &c. enfin à peine notre esprit de Modes, si fécond & si inventif, s'y prendroit-il mieux dans le dessein de varier agréablement, & tout cela n'est cependant que pour la Loupe, & non pour les yeux.

M. de Reaumur a observé des especes de Papillons singulieres, dont nous rapporterons ici les plus remarquables.

Un Papillon qu'il appelle *paquet de feuilles séches*, parce qu'effectivement, lorsqu'il est immobile, il en a tout-à-fait l'air, & par la position de ses aîles, & par leur couleur, & par les grosses nervures qui y paroissent, & par leur dentelure. Cette fausse apparence peut quelquefois le sauver de ses ennemis.

Le Papillon à *tête de mort*, dont nous avons déja parlé en 1734 *, il a encore quelque chose d'aussi effrayant que sa tête, c'est un cri qui est lugubre & funeste, peut-être parce qu'on est déja effrayé, & comme ce Papillon est le seul qui ait un cri, il en cause d'autant plus de terreur. M. de Reaumur n'ayant pas voulu croire légèrement que cet Insecte fût doué de l'avantage de la voix, tandis que tous ses pareils en sont privés, & soupçonnant fort que la sienne, ainsi que celle des Ciga-

* p. 44.

Cigales, pouvoit n'être que l'effet du frottement de quelques unes de ses parties, a découvert, mais avec assez de peine, que c'étoit sa Trompe qui frottoit contre deux Cloisons barbues, entre lesquelles elle est placée. On n'en saura pas bon gré à M. de Reaumur, si l'on croit qu'il est à propos que ces Papillons annoncent aux peuples la colere de Dieu.

Un Papillon si petit, qu'on pourroit ne le prendre que pour une très petite Mouche. Il est apparemment à cet égard l'Espece extrême de tout le Genre. Il n'a pu être aussi que très petit, & dans l'état de Chenille & dans celui de Crysalide. Il se tient sur la feuille de l'Eclair, & en dessous, & y demeure pendant ses trois vies. Chenille, il ne l'endommage point, quoiqu'il s'en nourrisse. Il n'en tire qu'une substance si fine & en si petite quantité, que la perte en est bien-tôt réparée, ou ne cause pas une altération sensible à la feuille. Cet Insecte vit peu, & a bien-tôt expédié ses trois états, de sorte qu'il y en auroit en une seule année peut-être dix générations. Nous n'avions vu encore dans les especes ordinaires de Chenilles que la possibilité de deux générations en une année.

Ces deux générations suffisent pour causer une multiplication prodigieuse de ces Insectes. Qu'il y ait au Printems de cette année 20 de ces Chenilles dans un Jardin, ce nombre est si petit par rapport au grand espace qui les contient, qu'on n'en verra peut-être aucune, & qu'on sera bien fondé à croire que réellement il n'y en a point; que ces 20

Chenilles deviennent 20 Papillons, dont 10 ſoient mâles & 10 femelles, que chaque femelle ponde 400 Oeufs, comme font celles des Vers à ſoye, que toutes les Chenilles qui en éclorront, deviennent Papillons dans la même année, & y pondent des Oeufs qui paſſeront l'Hiver, il y aura l'année ſuivante 800 mille Chenilles dans le même Jardin où il n'en paroiſſoit qu'une l'année précédente. Certainement il ſera bien ravagé, & nulle induſtrie humaine ne le pourra défendre. L'idée d'une pareille année qui ſuivroit immédiatement celle-là, & où ce calcul de M. de Reaumur auroit encore lieu, fait trembler; mais une certaine Balance, que l'Intelligence ſouveraine a établie par-tout, rend les cas extrêmes extrêmement rares. Paris & pluſieurs Pays de la France furent en 1735 infeſtés de Chenilles, dont la multitude ſurprit par ſa nouveauté, & que nous pouvons être ſûrs de ne pas revoir ſi-tôt.

Outre le dégât que font les Chenilles en rongeant les feuilles des Arbres, ce qui, comme l'on ſait, les endommage beaucoup, & fait périr leurs fruits, ou les empêche de venir à maturité, ſans compter que ſouvent elles mangent les fruits mêmes, on croit encore communément que ces Inſectes ſont venimeux, mais M. de Reaumur panche fort à les juſtifier de cette accuſation. Il eſt vrai qu'en 1735 on eut beaucoup de peur à Paris de toutes les Herbes qui s'apportoient au Marché, que la Police fut obligée de veiller à ce qu'elles ne fuſſent pas pleines de Chenilles, qu'il falloit être hardi pour manger de

la

la Salade; mais enfin il n'est presque pas pos-sible que, vû la grande quantité de Chenilles qu'il y avoit alors, & la grande quantité d'Herbes qui ne laissa pas de se consumer dans Paris, une infinité de gens n'ayent mangé des Chenilles qui n'étoient bien cachées, ou qu'on n'avoit pas cherchées assés soigneuse-ment. Il y avoit eu une espece de Maladie Epidemique, & l'on ne s'apperçut de rien d'extraordinaire. Il n'est donc pas sûr que les Chenilles ne puissent être mangées aussi-bien que les Limaçons, & même que les Huî-tres; mais il l'est du moins que le plus coura-geux & le plus curieux Philosophe ne se ré-soudroit pas aisément à cette épreuve si dé-goûtante.

Il y a une grande partie des Chenilles qui ne sont point venimeuses au toucher, ce sont toutes les *rases*. M. de Reaumur en est cer-tain par mille & mille expériences; mais pour les *velues*, elles paroissent venimeuses par les demangeaisons & les cuissons que l'on sent après les avoir touchées, & ce n'est pas seulement aux mains qu'on les sent, c'est en differens endroits du visage, aux yeux, &, ce qui est encore plus singulier, c'est quel-quefois pour avoir seulement approché de l'Animal sans l'avoir touché. La Coque & la Dépouille de l'Animal font le même effet, mais il faut qu'on y touche. Il se trouve bien là quelques apparences de venin pour le peu-ple, mais aux yeux de ceux qui examinent bien, d'autres choses y seront contraires. Le mal est aussi vif qu'il peut être dans son espece, & dure quelquefois quatre jours.

Le mot de l'Enigme trouvé par M. de Reaumur, est que les Chenilles velues ont de petits poils invisibles aux yeux, très fins, très roides & en très-grande quantité, qui se détachent aisément de leur corps, & qu'on peut même concevoir qui font autour d'elles une espece d'Atmosphere, sur-tout quand elles ont la faculté de les darder, comme la doivent avoir quelques especes. Quand une main entrera dans l'Atmosphere des poils, elle s'en couvrira, quelques-uns entreront d'abord dans quelque pore de la peau, & la picoteront, d'autres qui étoient demeurés couchés, se redresseront au moindre mouvement, & feront l'effet des premiers, on portera sa main à son visage, &c. car il suffit d'avoir une fois saisi l'idée principale.

Il n'a pas été possible que M. de Reaumur étudiât, autant qu'il a fait l'Histoire des Chenilles, sans s'instruire en même temps de celle des Ennemis qui leur font la guerre. Ces deux Histoires sont trop liées.

Apparemment la Nature a voulu remédier à la fécondité des Chenilles, qui seroit excessive selon l'idée que nous en avons donnée plus haut *, & elle l'a tellement voulu, qu'il y a des especes où les Chenilles se mangent les unes les autres. Mais en général leurs plus grands Ennemis sont des Vers qui leur ressemblent & par être reptiles, & par avoir la même destinée & les mêmes industries ; Vers d'abord, ils se filent des Coques de soye où ils se transforment en Crysalides, ils

* p. 33. & 34.

ils en ſortent, & deviennent Mouches ou Scarabés. Juſqu'aux Chenilles extrêmement petites, dont nous avons parlé ci-deſſus *, & qui pourroient échapper par leur petiteſſe, elles ont des Ennemis proportionnés, de ſorte qu'une même feuille eſt couverte de Chenilles, des Cryſalides & des Papillons de cette eſpece, & en même tems de ces Vers, de leurs Cryſalides & de leurs Scarabés, mêlés confuſément enſemble, & très difficiles à diſtinguer.

Les Chenilles n'ont pas ſeulement à eſſuyer une guerre ouverte, pour ainſi dire, & déclarée de la part des Vers qui ſe poſent ſur elles, leur percent le corps, & les ſuçent; elles ont encore beaucoup plus à ſouffrir, & elles ſont beaucoup plus détruites par une guerre inteſtine que leur font d'autres Vers qu'elles portent au dedans d'elles-mêmes, & qui les rongent. Les premiers Obſervateurs qui leur en ont trouvé le corps plein, ont pris ces cruels ennemis pour leurs enfans. Ce n'étoit pas cette barbarie qui rendoit la penſée inſoutenable, mais le manque abſolu d'analogie avec tout ce qui eſt connu d'ailleurs, & enfin les obſervations ont mis la vérité hors de doute. Des mouches vont piquer les Chenilles avec un long Aiguillon qui n'eſt pas uniquement fait pour les percer, & en effet elles n'en paroiſſent pas incommodées, mais qui eſt en même tems un Canal par où un Oeuf eſt porté dans l'intérieur de leur corps. Chaque coup de cet Aiguillon y dépo-

* p. 33.

se au moins un Oeuf, & on voit la Mouche promener ce Dard sur un grand nombre d'endroits différens du corps de la Chenille qui n'y apporte aucune opposition. Ces Oeufs éclosent, & ce sont autant de Vers qui se nourrissent de la substance de la Chenille. Ils sont en si grand nombre, qu'ils ne paroissent pas laisser de place aux parties intérieures de l'Animal.

Cependant l'Animal a toujours l'air de se bien porter, il mange de son côté comme à l'ordinaire, il croît. Comment cela se fait-il? M. de Reaumur a observé dans l'Anatomie de la Chenille, qu'avec un long canal, qui fait son Oesophage, son Estomac & ses Intestins, il se trouve dans toute l'étendue de son corps une substance membraneuse & cellaleuse, qu'il appelle le *Corps graisseux*. Voilà de quoi les Vers se nourrissent, en épargnant les parties plus essentielles, dont la destruction feroit manquer absolument le fonds de leur subsistance. Aussi voit-on que dans les Chenilles rongées intérieurement par des Vers, le Corps graisseux est réduit presque à rien.

Quand les Vers ont pris toute leur croissance, ils sortent du corps de la Chenille en la perçant de toutes parts, & non par des conduits destinés à cet usage, marque presque suffisance que ce n'est pas là une génération. Dès que les Vers voyent le jour, ils songent à se filer des Coques où ils se transformeront. Comme ils semblent pressés d'y travailler, ils les placent aux environs du corps de la Chenille d'où ils viennent de sortir, quelquefois sur son corps même. Ils les mettent toutes

les

les unes auprès des autres, de sorte qu'elles s'appuyent mutuellement, & paroissent ne former extérieurement qu'une grosse Coque, qui a contribué à tromper ceux qui ont cru les Vers enfans de la Chenille, car ils ont imaginé qu'elle avoit filé cette Coque pour eux.

Peu de jours après que les Vers sont sortis, la Chenille meurt, & de l'épuisement où elle est pour les avoir nourris, & des blessures qu'elle en a reçues.

Quelquefois avant que les Vers sortent, la Chenille devient Crysalide. Ils ne l'en rongent pas moins, & quelquefois ils ont de plus la commodité que la Coque de Crysalide devient leur Coque commune, qu'ils n'ont pas eu la peine de filer.

Il y a telle espece de Chenilles, & de celles qui sont communes en nos Païs où M. de Reaumur a observé que sur 23 ou 24 Chenilles il n'y en avoit guere qu'une qui fût exempte de Vers. Comme on peut compter que toutes celles qui en sont attaquées, meurent, & ne parviennent pas à l'état de Papillon où elles pondroient, voilà l'excès de multiplication bien réduit.

Les Chenilles sont même quelquefois attaquées & tuées par des Vers avant leur naissance. Des Mouches viennent déposer dans les Oeufs des Chenilles, des Oeufs d'où éclosent des Vers qui mangent les petites Chenilles naissantes, ou les Embrions.

Sur les Vers mangeurs de Chenilles, M. de Reaumur a trouvé en son chemin deux faits assez curieux.

Quel-

Quelques-uns de ces Vers, au sortir de la Chenille où ils ont habité à ses dépens, se filent des Coques de soye, d'un tissu serré, d'une jolie figure à peu près cylindrique, & dont l'agrément singulier consiste en ce qu'ils ont communément sur leur surface une ceinture ou bande noire au milieu, le reste étant blanc, ou au contraire. La cause de cette disposition & de cette alternative du blanc & du noir, ne saute point du tout aux yeux, & l'on pourroit se tourmenter inutilement à cette petite recherche. C'est pourtant, selon M. de Reaumur, quelque chose d'assez simple. La soye, que file le Ver pendant un certain tems de son travail, est blanche, ensuite vient celle qui étoit au fond du Réservoir, & elle est noire, peut-être parce qu'elle étoit au fond. La Coque est filée par un Animal qui en occupe & occupera toujours l'intérieur, ainsi la partie extérieure est filée la premiere, & l'intérieure la derniere. A prendre la Coque par son épaisseur, la partie extérieure en doit être toute blanche, & la partie intérieure toute noire, s'il n'y a rien de plus; mais il est arrivé que l'Animal a voulu fortifier sa Coque, soit au milieu, soit aux deux bouts. S'il a voulu la fortifier au milieu, & que ç'ait été dans le tems qu'il n'avoit plus que de la soye noire, il y a employé de cette soye, qui étant plus épaisse là qu'ailleurs, perce au travers de la couche blanche extérieure de la Coque, & fait paroître du noir, que le reste des couches intérieures de la Coque, quoique noires aussi, ne font pas paroître. Si l'Animal a voulu fortifier sa Coque par les deux bouts,

bouts, & que ç'ait encore été dans le tems qu'il n'avoit que de la soye noire, il y porte de cette soye qui en augmente le noir, & ne laisse plus paroître de blanc qu'au milieu.

Nous avons parlé en 1709 * de certaines petites Coques qui sautoient d'elles-mêmes dans les Allées d'un Jardin. En les ouvrant, on y avoit trouvé un Ver vivant, & comme nous ignorions quel il étoit & l'histoire de sa vie, nous proposâmes sur son sujet quelques difficultés qui n'en sont plus aujourd'hui. C'est un Ver mangeur de Chenilles qui s'est fait une Coque où il vit longtems sans manger, & cependant très vigoureux jusqu'à ce qu'il en sorte pour se transformer en Mouche. Il ne se multiplie donc point dans sa prison, mais seulement quand il en est dehors. Les autres merveilles s'évanouissent aussi, & ne méritent plus qu'on s'y arrête, ce qui avoit été expliqué d'avance en 1709.

Les Vers, plus redoutables aux Chenilles par leur nombre que les Oiseaux, le sont moins par leur force, les Chenilles sont souvent enlevées toutes vivantes par des Oiseaux qui en font la pâture de leurs Petits, & quelquefois aussi la leur. On devine bien que, selon leurs différentes espéces, leur goût les porte à attaquer différentes espéces de Chenilles. Communément ils n'aiment pas les velues, mais cette aversion cesse dès qu'elles sont Papillons. Celles qui se sont sauvées dans les deux prémieres vies, sont encore fort exposées dans la troisieme. Chacune a des enne-

mis

* p. 54.

mis qui lui sont proportionnés. Il est égal pour nous, quant à leur multiplication, dans laquelle des trois elles périssent, pourvu que dans celle du Papillon ce soit avant la ponte, car ce sera toujours une génération du même nombre de Chenilles retranchée ; mais quant au dégât qu'elles font à nos Arbres & à nos Fruits, il vaut bien mieux qu'elles périssent Chenilles, & le plutôt qu'il se pourra.

Aussi pour animer encore à leur destruction ceux qui y sont le plus intéressés, M. de Reaumur a cherché les moyens de faire que leur travail pût être d'une utilité présente & assurée, car les utilités éloignées & incertaines ne touchent pas assez. Ne pourroit-on pas faire quelque usage de la soye des Nids de Chenilles, du moins de celle de quelques especes ? Un petit profit engageroit les Femmes & les Enfans de la Campagne à les aller découvrir avec soin ; ce seroit même un divertissement. Enfin il est toujours bon de donner des vues, même générales, on avertit ceux qui pensent de tourner leurs yeux d'un certain côté.

Un instrument, trouvé par M. de Reaumur pour aller à la chasse aux Papillons, ne fait pas espérer qu'on en détruisît beaucoup, il faudroit pour cela trop de chasseurs, & trop de tems, mais du moins, ce qui a été l'intention, on prendra des Papillons quand on voudra, & on les prendra sans les endommager, c'étoit un secours nécessaire pour le grand nombre d'observations requises. Quand les Aîles se trouveront rares & précieuses, à

la

la bonne heure, on les aura bien saines & bien entieres.

Peut-être après tout ne sera-t-il jamais permis à l'industrie humaine de détruire que jusqu'à un certain point les especes qui nous sont les plus nuisibles, & peut-être y perdrions-nous si nous parvenions à les détruire entierement. Quand nous aurions exterminé les Chenilles, de quoi vivroient les Vers qui en vivent? Ces Vers n'étant plus ou étant fort diminués de nombre, de quoi vivroient, du moins aussi bien qu'ils faisoient auparavant, les Oiseaux qui vivent de ces Vers? Et les Oiseaux faisant une partie, & la plus agréable, de notre nourriture, la perte qui nous en reviendroit, n'est-elle pas sensible? mais apparemment ce malheur ne nous menace guere. Il y a longtems qu'une guerre universelle dure entre les Animaux, & aucune espece n'a succombé. La Nature a su calculer, elle a combiné bien juste les avantages & les desavantages, les pertes & les ressources, & elle n'a pas manqué de nous comprendre nous-mêmes dans son calcul, nous qui entre tous les Animaux sommes les plus grands exterminateurs.

Il ne faut pas oublier ici qu'une partie de ce merveilleux art de la Nature consiste à partager également à peu-près ses faveurs entre les Animaux ennemis. Il ne faut pas que les Chenilles multiplient excessivement. Si certaines circonstances, ou plutôt certains concours de circonstances, leur sont plus favorables qu'à l'ordinaire, ils le seront aussi aux Vers; généralement parlant, l'égalité est con-

conservée. Que si cependant elle ne l'étoit pas parfaitement, ce qui est possible, & qu'il y eût considérablement plus d'avantage pour les Chenilles que pour les Vers, il arriveroit ce qui arriva en 1735, mais ces cas-là ne peuvent être que rares, l'équilibre se rétablit aussi-tôt, tout y tend naturellement.

Après les Chenilles qui vivent à découvert, exposées aux yeux de tout le monde, doivent venir celles qui menent une vie cachée dans des troncs, dans des branches, dans des racines d'Arbres, dans des fruits, d'où elles ne sortent point tant qu'elles sont Chenilles.

Il est aisé de les distinguer d'avec les Vers que l'on trouve souvent aussi dans ces sortes d'habitations; mais on pourroit plutôt les confondre avec d'autres Insectes que M. de Reaumur appelle *fausses Chenilles*, qui à la vérité ont à l'extérieur beaucoup de ressemblance avec les Chenilles, mais qui ont plus de jambes qu'aucune espece des vrayes n'en a, & d'ailleurs se transforment en Mouches à quatre Aîles, & non en Papillons.

Les Papillons, meres des Chenilles qui vivent dans l'intérieur d'un Arbre, ou d'un fruit, y avoient déposé leurs Oeufs au dehors, & les petits Insectes, dès qu'ils ont été nés ont pénétré au dedans. Les Meres ont voulu qu'ils trouvassent dès leur naissance, des alimens de leur goût, & sans doute elles choisissent les bois ou les fruits, elles n'ont qu'à se souvenir de ce qu'elles ont aimé étant Chenilles. Il n'y a point de feuilles dont quelque espece de Chenilles au moins ne s'accommo-

commode, mais il y a des fruits, comme les Pêches & les Abricots, où il ne paroît pas qu'aucune espece touche.

Comme les Chenilles, qui doivent vivre dans un fruit, y entrent au sortir de l'Oeuf dont elles étoient les Embrions, elles sont alors si petites, qu'il n'est pas étonnant que l'ouverture qu'elles se sont faite, ou qu'elles ont trouvée, ne se puisse reconnoître. Il est même très possible qu'elle se soit refermée.

Ce qui est plus étonnant, c'est qu'il n'y ait souvent qu'une seule Chenille dans un fruit, quoiqu'assez gros pour en nourrir un grand nombre. Il s'y trouvera peut-être bien deux Insectes qui le rongent, mais l'un sera une Chenille, l'autre un Ver. Un Papillon qui doit déposer ses Oeufs sur des fruits d'une certaine espece, n'en dépose-t-il qu'un à la fois pour lui procurer une subsistance plus abondante? mais elle le seroit souvent beaucoup trop. Va-t-il pondre sur autant de fruits differens qu'il a d'Oeufs? c'est bien du mouvement, & cette ponte, sans cesse interrompue, n'est guere vraisemblable. A-t-il la discrétion de ne point pondre sur un fruit où l'Oeuf d'un autre Papillon a déja été déposé? On ne voit pas ni qu'il examine ce fruit, ni qu'il puisse l'examiner suffisamment. Enfin est-il établi par la Nature que les Insectes qui auront à pénétrer dans des fruits pour y vivre, auront beaucoup de peine à y réussir, & qu'il en périra la plus grande partie dans cette opération, la premiere de leur vie? Cela peut-être expliqueroit tout, mais la Loi ne paroît pas assez du génie de la Nature.

La

La difficulté, qui s'offre ici, suppose qu'un Papillon ne dépose qu'un seul Oeuf sur un fruit, & ce fait est très vraisemblable. Mais si un Papillon dépose plusieurs Oeufs sur un fruit, où il ne se trouve cependant qu'une seule Chenille, ce que M. de Reaumur a vu arriver à des grains d'Orge chargés de plusieurs Oeufs, alors la difficulté est fort diminuée, ou les petites Chenilles se seront fait la guerre pour le grain d'Orge, & une sera demeurée victorieuse ou la premiere née aura pénetré dans le grain par un certain endroit déterminé le plus tendre & le plus aisé de tous à percer, après quoi les autres n'auront pu s'y faire de nouvelles routes, & auront peri de faim.

Quoi qu'il en soit, c'est un fait avéré par M. de Reaumur sur un grand nombre de Glands, que l'on voyoit bien qui étoient *verreux*, qu'il n'y a jamais trouvé en les ouvrant qu'une Chenille ou qu'un Ver, mais quelquefois, quoique très rarement, une Chenille & un Ver ensemble, tant il est réglé que chaque Animal de ces deux especes vivra enfermé, ou absolument solitaire, ou du moins sans compagnie de son espece.

Ces Chenilles n'ont dans leurs prisons d'autre occupation que de manger ces prisons mêmes, en leur laissant pourtant l'enveloppe extérieure qui les retient toujours prisonnieres. Quand elles sont dans des fruits de peu de masse, comme des grains d'Orge ou de Bled, leur substance farineuse se trouve justement dans la quantité nécessaire pour être la provision de la Chenille pendant sa vie de Chenille.

Si cependant la provision ne suffit pas,

comme

comme il peut arriver, les Chenilles ont une ressource, qui ne seroit pas du goût de la plupart des autres Animaux, elles remangent ce qu'elles ont rejetté. Cette pratique n'a pas été vue, mais on la soupçonne assez légitimement, sur ce qu'on voit souvent une plus grande quantité d'excrémens dans l'habitation d'une jeune Chenille, que dans celle d'une autre beaucoup plus âgée. On voit assez d'où cela vient, en supposant que la grosse Chenille a été obligée de reprendre pour aliment ce qu'elle n'avoit pas assez bien digéré étant plus jeune.

Elles ont soin de lier leurs excrémens avec de la soye, & de les mettre en un petit tas. Elles en seroient apparemment incommodées si elles les rencontroient dispersés & errans çà & là au hazard.

Des Chenilles qui vivent ainsi enfermées, quelques-unes, c'est à dire toujours quelques especes, sortent de leur prison pour se transformer en Crysalides, d'autres y subissent cette transformation, & par conséquent aussi celle de Crysalide en Papillon. Nous ne parlerons que de ces dernieres, parce qu'elles ont quelque chose de particulier.

La Chenille qui va se transformer dans un grain ou d'Orge ou de Bled, &c. dont elle a consumé tout le dedans, tapisse de soye toute cette cavité demeurée vuide, & la separe par une Cloison de même matiere en deux parties inégales, dont la plus grande est pour elle lorsqu'elle sera Crysalide, & la plus petite pour ses excrémens, qu'elle a soin de tenir & de ranger à part. Quand elle est Papillon,

elle

elle ſort par un petit trou rond que ferme une eſpece de Soupape taillée dans l'écorce du grain, & qu'elle a aiſément ſoulevée pour ſortir. Mais qui a percé ce trou, & taillé cette Soupape? c'étoit l'affaire du Papillon, qui vouloit avoir une iſſue, mais le Papillon n'a nuls inſtrumens propres à s'en faire une pareille. On auroit pu être aſſez en peine ſur cela, ſi l'extrême aſſiduité de l'obſervation, jointe à un accident heureux, n'eût appris à M. de Reaumur que c'eſt la Chenille elle-même, qui prévoyant en quelque ſorte ce qu'elle ſera, ſe prépare, tandis qu'elle a des dents, une ouverture dont elle fera uſage étant Papillon.

C'eſt autant de perdu que tous les grains de Bled, d'Orge, où ces Chenilles ſont établies, mais lors même qu'elles le ſont dans des fruits beaucoup plus gros qu'il ne faut pour nourrir une Chenille, elles leur font encore beaucoup de tort, non ſeulement parce qu'elles en conſument une partie, mais encore parce qu'en conſumant cette partie, elles ont ſouvent troublé toute l'œconomie de la végétation dans le fruit entier, & ont été cauſe qu'il n'a pu meurir, & eſt tombé.

Ces Chenilles, comme toutes les autres, ont des Vers pour Ennemis. Quelquefois au-lieu de celles que M. de Reaumur croyoit trouver dans des fruits ou grains, il y a trouvé de très petites Mouches prêtes à en ſortir. Elles avoient été des Vers qui avoient mangé les Chenilles habitantes des mêmes lieux.

Leurs

Leurs Papillons n'ont rien de fort remarquable.

On ne s'attendroit peut-être pas qu'il y eût des Chenilles aquatiques, & qui fussent Chenilles, non pas comme les Chevaux Marins sont Chevaux, ou comme les Loups Marins sont Loups, mais comme les Chenilles de terre le sont. Elles le sont si véritablement, qu'elles prennent l'air par leurs Stigmates, ainsi que font toutes les autres; & non à la maniere des Poissons.

M. de Reaumur en a découvert deux espèces, l'une sur le Potamogeton, l'autre sur la Lentille aquatique, toutes deux industrieuses. La premiere est la plus grande, & celle aussi dont l'industrie a été plus aisément observée. Nous nous en tiendrons à celle-là.

Quoiqu'aquatique, elle n'aime point à se mouiller, & nage très mal. Dès qu'elle est sortie de l'Oeuf qui a été déposé sur une feuille de Potamogeton, elle coupe avec ses dents, comme elle feroit avec un *emporte-piece*, une petite portion ou plaque à peu-près ronde de cette feuille, elle va la porter sur un autre endroit de la même feuille, & l'y pose de façon que les deux surfaces de dessous se regardent, parce qu'il y aura-là naturellement une cavité où la Chenille se logera. Elle attache avec de la soye les bords de la plaque de feuille contre la feuille, & y laisse seulement quelques petits intervalles par où elle puisse passer sa tête, quand elle voudra aller ronger quelque feuille des plus proches. Elle le fera aisément avec un petit ef-

fort qui soulevera un peu la partie supérieure de la Coque, & abbaissera l'inférieure, & afin qu'il n'entre pas d'eau dans ce moment, il se forme alors dans cette Chenille, au bas de sa tête, un rebord ou bourlet qui ferme exactement l'ouverture par où la tête a passé. Quand la tête se retire, le ressort naturel de la feuille & celui des fils de soye rejoignent dans l'instant les deux parties séparées de la Coque. Ainsi la Chenille est dans l'eau sans se mouiller, d'ailleurs les feuilles du Patamogeton sont fort lisses, & de nature à ne se pas mouiller aisément.

Mais quand la subsistance vient à manquer, &, ce qui en est une suite, quand l'habitation devient trop étroite, car la Chenille ne se l'est faite que proportionnée à la grandeur dont elle étoit alors, il faut changer de demeure, & elle en change, elle va ailleurs se faire une plus grande Coque, mais toute pareille, & c'est ce qui lui arrive plusieurs fois en sa vie. Les transmigrations ne se font pas loin, il faut toujours éviter l'eau, & s'en garantir, autant qu'il est possible, quoiqu'on y vive.

Les métamorphoses en Crysalides & en Papillons suivent le cours ordinaire. Le Papillon sorti d'une Crysalide qui étoit sur la surface de l'eau, s'y soutient aisément par sa légereté, pendant tout le tems nécessaire pour affermir & pour dessécher ses aîles, après quoi il s'envole, & quitte pour jamais le séjour de l'eau. Plusieurs autres Animaux qui y sont nés, y renoncent aussi pour n'y plus revenir.

Voilà ce que nous avons détaché de ce second

cond Volume, ou de plus curieux, ou de plus intéressant pour les Lecteurs superficiels; ou de plus facile à détacher. Il auroit fallu distinguer & caractériser les différentes especes de Chenilles, de Crysalides, de Papillons, mais le détail eût été infini, & nous avons affecté une confusion qui, en ne laissant pas de donner des idées, produisoit de la briéveté. Nous avons regardé les Chenilles du point de vue d'où un Chinois regarderoit les mœurs, les gouvernemens de l'Europe en général, sans distinguer les Nations Européennes.

CEtte même année parut le 2d Volume des *Leçons de Physique* de M. L'Abbé de Molieres. Nous avons rendu compte du 1er en 1734 *, & il sera bon d'en résumer ici les idées principales, afin que tout puisse être vu du même coup d'œil.

Tout Corps qui pese, tend vers un centre. Toute la matiere qui se meut circulairement, & par conséquent autour d'un centre, bien loin d'y tendre, tend perpétuellement à s'en éloigner, & par conséquent n'est pas pesante, du moins par rapport à ce centre. Si elle se meut dans un Tourbillon composé, c'est-à-dire, dans un petit Tourbillon compris dans un plus grand, M. l'Abbé de Molieres a démontré en 1734 qu'elle tend encore avec plus de force à s'éloigner de l'un & de l'autre centre.



* p. 129. & suiv.

Il n'y a qu'une matiere fluide qui puisse se mouvoir en Tourbillon, & en conserver la forme, puisqu'il faut, pour la conservation de cette forme, que les couches concentriques du Tourbillon ayent toutes une force centrifuge égale, & que pour cette égalité il faut qu'elles ayent des vîtesses différentes de celles d'une Sphere solide.

S'il se trouve dans un Tourbillon, soit simple, soit composé, des parties de matiere qui se lient les unes aux autres, s'embarrassent ensemble, enfin fassent un Corps dur, ou moins fluide qu'un pareil volume du reste du Tourbillon, il est évident que ce Corps en aura d'autant moins de matiere mue en Tourbillon, & par conséquent d'autant moins de force centrifuge; les autres parties qui auront plus de cette force, le repousseront donc vers le centre commun du mouvement, & ce sera là sa Pesanteur.

La pesanteur lui viendra donc de dehors, aussi-bien que le Ressort & la Dureté, comme nous l'avons déja dit.

En concevant que notre Tonrbillon Solaire ne va pas plus loin que Saturne, ce qui lui donne les bornes les plus étroites qu'il soit possible, les seuls corps durs ou solides qu'il contienne sont le Soleil & 15 Planetes, & ces 16 masses prises ensemble, ne sont rien en comparaison de la masse d'un Tourbillon Sphérique fluide, dont le rayon est de 33 millions de Lieues. On peut juger de même du reste de l'Univers, & il se trouvera que tous les Corps solides & pesans ne sont qu'un infiniment petit par rapport à la masse im-

immense de la matiere fluide & non pesante.

Dans notre Tourbillon, dont le centre est celui du Soleil, & où tout se meut autour de ce centre jusqu'au Soleil lui-même, il y a certainement trois autres Tourbillons plus petits, celui de la Terre, celui de Jupiter & celui de Saturne. Les centres de chacun de ces Tourbillons sont occupés par la Terre, par Jupiter & par Saturne, trois corps solides & pésans, qui y ont été rejettés, & y sont retenus par une force centrifuge supérieure de la matiere fluide qui les environne. Ces trois Tourbillons pris chacun en total, & comme de grandes masses distinctes du grand Tourbillon où ils nagent, & qui les emporte, ont une force centrifuge qui les fait tendre à s'éloigner du centre commun, & il paroît clair que cette force seroit plus grande, & aussi grande qu'elle puisse être, s'ils n'étoient composés que d'une matiere fluide qui tourbillonnât, c'est-à-dire, qu'ils ne portassent pas à leur centre ce corps solide qui ne peut tourbillonner, puisqu'il n'est pas fluide. Ils sont donc appesantis par ce corps-là, & ils le sont plus ou moins, selon que sa masse a un plus grand ou moindre rapport à la masse totale du Tourbillon, & selon qu'il est plus ou moins solide. Ils en descendront un peu plus bas dans le Tourbillon Solaire, mais seulement jusqu'à un certain point, où l'équilibre les retiendra.

Ce corps central qui ne peut tourbillonner, ne laisse pas d'être déterminé par la matiere fluide qui l'emporte à tourner sur son propre

centre selon la direction qu'elle a elle-même. Non seulement la Terre & Jupiter, centres de deux petits Tourbillons, suivent cette loi, mais le Soleil même, centre de tout le grand Tourbillon, la suit, parce qu'en effet elle ne doit pas moins avoir lieu pour lui. On aura vu en 1735 * pourquoi nous ne disons rien ici de Saturne.

Les superficies de ces trois Corps centraux qui tournent, ne se meuvent pas avec la même vîtesse qu'auroient eue dans des Tourbillons entierement fluides, trois Couches qui auroient été en leurs places; ces superficies sont beaucoup plus lentes. Pour ne pas entrer trop avant dans l'explication de ce phénomene déja traité en 1735, & ne pas nous contenter de dire que le Tourbillon est appesanti par le Corps solide central, voici peut-être ce qu'on peut penser de moins abstrait & de plus facile sur ce sujet. Toutes les Couches d'un Tourbillon purement fluide, ayant nécessairement des vîtesses différentes, elles n'agissent point les unes sur les autres, l'une n'est point chargée, pour ainsi dire, de mouvoir, d'entraîner celles qui la touchent; mais si un Corps solide est placé au centre d'un Tourbillon, il faut que la derniere Couche fluide de ce Tourbillon, & la derniere seule, agisse sur la superficie de ce Corps, & par cette superficie sur toute la masse, & il est visible qu'elle lui imprimera beaucoup moins de vîtesse qu'elle n'en avoit.

Selon toutes les apparences possibles, Mer-



* p. 66.

cure, Venus & Mars sont des Corps placés au centre de Tourbillons fluides, mais dont l'existence ne nous est pas constante, faute de Satellites qui tournent autour de ces Planetes. Il paroît assez que ce n'est que par une espece de hazard qu'elles en manquent, & d'ailleurs si des Tourbillons sont nécessaires, comme il est plus que vraisemblable qu'il le soient, pour soutenir la Terre, Jupiter & Saturne aux distances où ils sont du Soleil, & les empêcher d'y tomber par leur pesanteur, ils ne seront pas moins nécessaires pour soutenir de même Mercure, Venus & Mars.

On peut aller encore plus loin, car une maniere d'agir de la Nature une fois bien constatée, ne manque jamais d'être fort générale. La Lune, les quatre Satellites de Jupiter, les cinq de Saturne, occuperont aussi les centres de Tourbillons fluides, ces Planetes subalternes sont à l'égard des principales, ce que les principales sont à l'égard du Soleil. Il seroit très bisarre & très surprenant pour les Philosophes, que l'analogie ne s'étendît pas parfaitement jusque-là. Tout ce qu'il y aura de différent, c'est que dans le grand Tourbillon Solaire nous voyons & le centre qui est le Soleil, & les Corps circulans à l'entour, qui dénotent surement le Tourbillon, de même dans les Tourbillons des Planetes principales nous voyons & ces Planetes qui sont les centres, & leurs Satellites qui nous rendent le Tourbillon sensible; mais dans les Tourbillons des Satellites, nos yeux n'en verront que les centres, & l'analogie suppléra au reste.

En décompoſant le Tourbillon Solaire ſelon l'ordre de la grandeur de ſes parties, qui ſeront Tourbillons auſſi-bien que lui, on trouvera donc 1° les Tourbillons des Satellites, qui feront un 1er ordre ſimple, 2° les Tourbillons des Planetes principales, dont quelques-uns ſont compoſés de Tourbillons du 1er ordre, 3° ce grand Tourbillon lui-même compoſé de Tourbillons déja compoſés d'autres Tourbillons, il ſera du 3me ordre, & il en feroit ſeul, ſi nous bornions à Saturne nos regards & nos penſées, mais une infinité d'Etoiles fixes, qui ſont autant de Soleils, centres d'autant de grands Tourbillons pareils au nôtre, demandent que le nombre des Tourbillons du 3me ordre ſoit infini, & que le Tourbillon Solaire ſoit un Atome dans l'Univers.

Cet Atome cependant eſt aſſez développé à nos yeux pour nous permettre de le bien conſidérer, & d'en tirer des conſéquences qui s'appliqueront enſuite à ce qui ſera encore infiniment plus petit.

Puiſque l'Univers demeure dans un certain état conſtant, tous les Tourbillons, dont il eſt l'aſſemblage immenſe, ſont en équilibre entre eux, ils ſe balançent tous mutuellement par l'égalité de leurs forces centrifuges, & un ſeul, quel qu'il ſoit, ſe maintient contre tout l'Univers.

Les Tourbillons n'agiſſent les uns contre les autres que par les points par où ils ſe touchent, & par conſéquent le Tourbillon Solaire n'agit que contre ceux qui l'environnent immédiatement, & que par ſa derniere

Cou-

Couche. Quand il ne contiendroit point plusieurs autres Tourbillons moindres que lui, & qui le rendent Tourbillon du $3^{me}$ ordre, quand il seroit parfaitement simple, il auroit toujours la même action contre les Tourbillons voisins, pourvu que sa derniere Couche eût toujours la même force centrifuge. De même ses voisins ne le sont, & n'agissent contre lui que parce qu'ils ne sont contenus dans aucun autre Tourbillon, & par-là ou sont comme lui du $3^{me}$ ordre, ou propres à en être.

Dans le Tourbillon Solaire, il est visible que les Tourbillons de Jupiter & de Saturne, par exemple, qui sont du $2^{d}$ ordre, n'agissent que l'un contre l'autre, & nullement contre le grand Tourbillon où ils sont compris. De même les petits Tourbillons des Satellites ou de Jupiter ou de Saturne.

Que les Tourbillons agissent les uns contre les autres sans se détruire, ou fassent équilibre entre eux, c'est la même chose; donc des Tourbillons ne font équilibre qu'avec ceux de leur ordre, ceux du $1^{er}$ avec ceux du $1^{er}$, &c.

Un Tourbillon du $2^{d}$ ordre a une plus grande force centrifuge que celui du $3^{me}$ où il est compris, car 1° il décrit de moindres Cercles, 2° il les décrit avec plus de vîtesse, puisqu'outre la vîtesse qui lui est imprimée par son grand Tourbillon, & commune avec lui, il a encore celle qui lui est particuliere. Pareillement un Tourbillon du $1^{er}$ ordre a plus de force centrifuge que celui du $2^{d}$ qui le contient. Le Tourbillon de Jupiter aura plus

de force centrifuge que le Tourbillon Solaire, & moins que le Tourbillon d'un Satellite de Jupiter.

M. l'Abbé de Molieres a prouvé que l'élasticité vient de la force centrifuge, & par conséquent, tout le reste étant égal, il y a moins d'élasticité dans les Tourbillons du 3me ordre que dans ceux du 2d, moins dans ceux du 2d que dans ceux du 1er. Si l'on conçoit que le Tourbillon Solaire soit anéanti, à la réserve des petits Tourbillons qu'il contient, & que l'espace qu'occupoit la matiere propre de ce Tourbillon soit rempli par de petits Tourbillons tels que ceux qui sont restés, il y aura dans cet espace total plus de force centrifuge & de force élastique qu'il n'y en avoit auparavant.

Deux Tourbillons inégaux en grandeur, ayant leurs centres placés sur la circonférence du même Cercle concentrique au Soleil, leurs centres auront la même vîtesse, & par conséquent la même force centrifuge; mais la derniere Couche du plus grand aura, parce qu'elle est la plus éloignée de son centre, une moindre force centrifuge que la derniere Couche du petit, & par conséquent le petit s'éleveroit, & feroit descendre le grand vers le Soleil, s'il n'y avoit rien de plus; mais une grande masse, quoique fluide, qui conspire toute à un même mouvement, tel que celui de Tourbillon, résiste plus de ce chef à prendre un autre mouvement que si elle étoit moindre, & il est possible que ce plus de résistance égale & répare le desavantage qu'elle avoit d'ailleurs.

Il

Il pourroit être encore réparé par une plus grande densité de la matiere fluide du grand Tourbillon.

Tout ceci ne suppose que des Tourbillons entierement fluides, mais nous savons qu'ils ont tous, du moins bien sûrement un certain nombre d'entre eux, des corps pesans à leurs centres. Nous avons vu un peu plus haut que la rotation de ces corps pesans sur leurs axes, toujours plus lente qu'elle n'auroit dû être dans une matiere fluide, indiquoit que les Couches fluides qui touchoient les Corps solides centraux en avoient été rallenties, & il est très vraisemblable que les autres Couches plus élevées s'en ressentent aussi. Les Corps centraux pesans appesantiront donc leurs Tourbillons, diminueront leurs vîtesses, & par conséquent leurs forces centrifuges, & si la vîtesse du grand Tourbillon du Soleil est diminuée à cet égard par le Soleil même, à plus forte raison celle des Tourbillons du 2d ordre & du 1er.

Cela étant, les Corps centraux pesans rallentiront plus ou moins leurs Tourbillons, selon qu'ils seront plus ou moins grands, & plus ou moins denses.

A rassembler tout, voici les Elémens des forces centrifuges des Tourbillons du 2d & du 1er ordre de notre Tourbillon. 1° La distance de leurs centres à celui du Soleil, prise dans une certaine raison, 2° leur grandeur, 3° la densité de leur matiere fluide, & quand ils ont des Corps centraux pesans, 4° la grandeur de ces Corps, 5° leur densité. Puisqu'il y a toujours équilibre dans notre Tourbillon,

il

il faut que la force centrifuge du Tourbillon de la Terre, par exemple, qui sera un produit de ces cinq Elémens, déterminés comme il convient à la Terre, soit une quantité égale au produit de ces mêmes cinq Elemens autrement déterminés pour une autre Planete quelconque, pour Jupiter, si l'on veut. Mais dans chacun de ces deux produits, nous ne connoissons & ne pouvons déterminer que le 1er Element & le 4me, les trois autres demeurent inconnus & indéterminés. Nous voyons seulement que si le Tourbillon de Jupiter, qui par sa distance au Soleil a moins de force centrifuge que celui de la Terre, & de plus parce qu'il porte à son centre Jupiter plus gros que la Terre, a cependant réellement une force centrifuge qui le tient plus éloigné du Soleil, il faut que cela lui vienne ou de ce qu'il est plus petit que celui de la Terre, ou de ce qu'il est d'une matiere moins dense, ou de ce que Jupiter est moins dense que la Terre. Tout ce que nous pouvons est d'appercevoir quels sont les Elémens qui nous manquent. Ils peuvent être combinés d'une infinité de manieres avec ceux que nous connoissons, & ils nous laissent dans une incertitude assez vague. Au-lieu que vers le centre de notre Tourbillon les Planetes n'ont point de Satellites, & que vers l'extrémité elles en ont plusieurs, l'arrangement contraire seroit également possible, & sans doute il se trouve dans quelque autre grand Tourbillon.

Nous sommes entrés dans ce détail sur le Tourbillon Solaire, parce que M. l'Abbé de Mo-

Molieres ayant fondé toute sa Physique sur les Tourbillons presque infiniment petits du P. Malebranche, le Tourbillon Solaire qui n'est comme nous l'avons dit, qu'un Atome dans l'Univers, nous représentera un de ces atomes plus proprement dits, que nous aurons à considérer. Il n'y aura qu'à y transporter ce que nous aurons vû en grand bien distinct & bien développé, & ce qui n'auroit eu l'air que d'un Sistême purement gratuit & imaginé à plaisir, se changera en faits déja connus, bien constans, mais extrêmement réduits en raccourci.

Dans l'idée du P. Mallebranche & de M. l'Abbé de Molieres, le Tourbillon Solaire n'étant plus que l'une des parties presque infiniment petites de la matiere fluide immense qui remplit actuellement l'Univers, conserve toutes ses propriétés. Il est encore fluide, encore Tourbillon, encore composé d'autres Tourbillons plus petits, composés eux-mêmes. Cela peut aller à l'Infini, car la divisibilité de la matiere ne s'épuise pas; mais il faut s'arrêter au point qui suffit pour l'explication des phénomenes, & par une sorte de bonheur elle ne demande pas que l'on passe ici le 3me ordre, comme le grand Tourbillon Solaire ne l'a pas passé. Réduit en petit, il contiendra donc des Tourbillons moindres & d'un 2d ordre, qui en contiendront aussi d'un 1er ordre, & rien de plus, du moins quant à présent.

Descartes avoit posé trois Elémens, le 1er une matiere subtile mue en tous sens avec une extrême vîtesse, repandue par tout, & qui

qui étoit en quelque sorte l'Ame de l'Univers; le 2d des Globules durs, qui formoient l'Ether, le milieu qui transmet la lumiere, le 3me, la matière rameuse, dont les parties de figures irrégulieres, en s'accrochant & en s'embarrassant ensemble, formoient les Corps grossiers & pesans. Les deux 1ers Elémens ont été bien réfutés. 1°. Une matiere, quelque subtile qu'elle soit, ne peut longtems se mouvoir en tous sens, tous les mouvemens contraires seroient bien-tôt anéantis. 2°. Il n'y a point de cause de la dureté des Globules; il est démontré que le repos de leurs parties entre elles ne suffit pas. Mais des débris du Systême Cartésien M. l'Abbé de Molieres conserve les noms de ces trois Elémens, qu'il donne aux trois ordres de ses petits Tourbillons; les plus petits, les plus subtils & les plus simples, analogues à ceux des Satellites, sont les Tourbillons du 1er, & analogues à ceux des Planetes principales, enfin ceux du 3me analogues au grand Tourbillon Solaire.

Il suit de l'analogie perpétuelle, qui régne ici, que ces petits Tourbillons, même ceux du 1er Elément, peuvent avoir à leurs centres des corps solides & pesans, c'est-à-dire, qui le seront par rapport à eux, & dont les parties ne pourront pas, comme les leurs, se mouvoir séparément.

Ces Corps seront inégaux en grandeur, en pesanteur, en densité.

Il y aura équilibre par-tout, équilibre des petits Tourbillons du 1er Elément entre eux, de ceux du 2d entre eux, &c.

Ils

Ils formeront trois Milieux d'une ténuité ou subtilité différente, & dont le plus subtil, c'est-à-dire, celui du 1er Elément sera le plus élastique, ensuite celui du 2d, &c.

Ces trois Milieux se répandront par-tout sans se nuire ni se confondre. Ils se pénétreront autant que des corps peuvent se pénétrer. Par-tout où sera le 3me Elément, là sera le 2d, & par-tout où sera le 2d, là sera le 1er, non seulement parce que le 3me est composé du 2d, & le 2d du 1er, mais encore parce que tout étant plein, les Tourbillons du 2d sont nécessaires pour remplir les espaces angulaires ou interstices que laissent entre eux les Tourbillons du 3me, & pareillement ceux du 1er pour remplir les interstices de ceux du 2d. Comme M. l'Abbé de Molieres ne suppose que des mouvemens originairement circulaires, les plus simples de tous ceux qui peuvent être durables, & les plus durables de tous, de même il ne suppose dans les Corps que des figures originairement sphériques, les plus simples de toutes les figures; tous les Tourbillons sont ronds, & leurs interstices sont de la figure de l'espace que laissent entre elles des Spheres égales.

Tous les Tourbillons du même Elément ne se touchant les uns les autres qu'en un point, & étant entre eux en équilibre, peuvent être séparés, ou mus sans leurs voisins avec la plus grande facilité possible, & c'est-là la plus parfaite fluidité qui se puisse imaginer.

Selon la disposition que nous établissons ici dans les Tourbillons, la suite des Tour-

bil-

billons d'un même Elément n'est jamais interrompue, c'est-à-dire, qu'il n'y a aucun espace sensible où un Tourbillon quelconque ne puisse être mu par un Tourbillon de son même Elément. Il est clair d'abord que tous les Tourbillons du 3me Elément se touchent, & pour ceux du 2d renfermés dans leurs interstices, il est clair aussi qu'ils ont beaucoup de communication avec leurs pareils qui sont au dehors.

S'il est possible qu'un mouvement soit, pour ainsi dire, si fin & si délicat qu'il ne puisse ébranler les Tourbillons du 3me, mais seulement ceux du 2d, ceux-ci feront donc le seul Milieu par où ce mouvement se transmettra sans toucher au 3me Elément, & de même au contraire un autre mouvement proportionné uniquement à ce 3me, s'y transmettra sans toucher au 2d. C'est là proprement ce qui fait donner à ces Elémens le nom de *Milieux*.

Pour venir maintenant à quelque détail, M. l'Abbé de Molieres a entrepris d'expliquer par ces principes les propriétés de l'Air, de l'Eau, de l'Huile, du Feu, sens rien ajouter de nouveau à des principes dont la nature est d'être si universels, & sans avoir jamais recours à des mouvemens ou à des figures arbitraires que l'on crée pour le besoin des phénomenes.

L'Air est composé de petits Tourbillons du 3me Elément, chargés chacun à leur centre d'un Globule pesant. Il est évident que sa fluidité & sa transparence viennent des Tourbillons, & sa pesanteur, des Globules.

L'Air

L'Air se dilate prodigieusement. On sait par expérience qu'il peut aller jusqu'à 13 ou 14 mille fois au de-là de son extension naturelle, après qu'en le pompant, on l'a presque entierement chassé du Récipient de la Machine Pneumatique, où le peu qui en reste doit être extrêmement dilaté. L'air chassé ne pouvant rentrer dans le Récipient par les pores du Verre, il faut qu'une autre matiere plus déliée y entre en sa place, & ce sont de petits Tourbillons du 2d Elément pareils à ceux qui composent les Tourbillons du 3me dont l'Air est formé. Il en restoit dans le Récipient, & ceux-là se saisissent des Tourbillons du 2d, qui y sont venus, & ils font un Air très dilaté, où les Tourbillons du 2d sont en beaucoup plus grande quantité qu'ils n'étoient auparavant.

Ce qui prouve bien l'arrivée d'une matiere nouvelle dans le vuide du Récipient, c'est que deux plaques de Marbre bien polies, qui se touchent assez parfaitement pour ne laisser point d'Air entre elles, & qui alors sont très difficiles à séparer l'une de l'autre selon une direction verticale, parce que l'Air qui les applique l'une contre l'autre, n'est contrebalancé par aucun autre Air qui tende à les séparer, ne résistent pas moins cependant à cette séparation quand elles sont dans le Vuide. Une autre matiére a donc succédé à l'Air, & elle produit le même effet. Or les petits Tourbillons du 2d Elément y sont très propres, & plus que ceux de l'Air même, puisqu'ils ont une vertu élastique beaucoup plus gran-

grande, & peuvent causer une plus forte compression.

On a été fort surpris quand on a vu que des effets qu'on attribuoit à l'Air, ou ne cessoient pas, ou étoient encore mieux marqués, quand cette cause étoit retranchée, & sans les petits Tourbillons de différens Elémens, cela demeuroit inexplicable.

On peut imaginer qu'un Tourbillon composé de plusieurs Tourbillons moindres les renferme tous sous une espece d'enveloppe commune qui se meut circulairement, & dont la grandeur donne au Tourbillon total plus ou moins de force centrifuge & d'élasticité. Quand un Air est dilaté, il y a plus de Tourbillons du 2d Elément renfermés sous une plus grande enveloppe commune, & par conséquent l'élasticité de l'Air est moindre. Au contraire quand il est comprimé, il y a moins de Tourbillons du 2d Elément sous une plus petite enveloppe, & l'élasticité sera plus grande, car elle ne dépend que de la grandeur des enveloppes, & non du nombre des Tourbillons qui y sont enfermés.

De cette même idée il suit que la dilatabilité de l'Air doit aller beaucoup plus loin que sa compressibilité. Il est très aisé qu'un grand nombre de Tourbillons du 2d Elément soient renfermés sous une même grande enveloppe commune, cela signifie seulement que plusieurs de ces Tourbillons s'accorderont à tourbillonner ensemble autour d'un même centre commun, & l'on ne voit presque pas de bornes à cette possibilité; mais si un petit nombre de Tourbillons tourbillonnent ensem-

ble,

ble, ce nombre pourra être si petit, qu'ils n'auront plus la force de soutenir à leur centre commun le corps pesant qui doit y être, afin que le tout soit une particule élémentaire d'Air. Aussi se trouve-t-il par expérience que l'Air qui peut se dilater 13 ou 14 mille fois au de-là de son volume naturel, ne peut être réduit qu'à la 32me partie de ce volume. Son extension peut donc aller depuis 1 jusqu'à 32 fois 13 ou 14 mille.

Le poids de l'Air & son élasticité sont deux choses différentes. Qu'on imagine une seule Couche d'Air qui environne la Terre, le poids de cette Couche vient des petits Corps pesans que chaque Tourbillon élémentaire d'Air porte à son centre, mais l'élasticité vient de la grandeur de chacun de ces Tourbillons, leur vîtesse & leur matiere étant supposées égales, & si, comme nous venons d'en voir la possibilité, cette grandeur varie, le nombre des petits Corps pesans demeurant le même, l'élasticité de l'Air variera, & non pas sa pesanteur.

Il y a réellement un prodigieux nombre de Couches d'Air les unes sur les autres, & il est bien vrai que les supérieures en pesant sur les inférieures, augmentent de ce chef leur élasticité, & bandent davantage leur ressort, mais elles ne le font que par une espece d'accident de leur position.

L'élasticité de l'Air est certainement augmentée par la chaleur, & la pesanteur ne l'est pas. Au contraire la pesanteur le sera par des particules aqueuses répandues dans l'Air, & il est très vraisemblable que l'élasticité de l'Air en

sera affoiblie comme le sont tous les Ressorts mouillés.

Le Barometre n'a rapport directement qu'à l'élasticité de l'Air, & indirectement à sa pesanteur.

Nous avons jusqu'ici supposé tacitement pour une plus grande simplicité d'idées, que les Tourbillons élémentaires de l'Air étoient égaux entre eux, d'une même matiere, d'une égale vîtesse de circulation, chargés à leurs centres de petits Corps également pesans, mais toutes ces égalités ne doivent guere se trouver, sur-tout en différens Climats. Les principes qu'on a établis, feront aisément connoître ce qui doit alors arriver. Si les Tourbillons sont d'une matiere plus dense, ou portent des Corps plus pesans, leur vîtesse de circulation en sera diminuée, & par conséquent aussi leur force centrifuge & leur élasticité.

Il y a bien de l'apparence que l'Air de la Zone Torride est fort différent du nôtre, qu'il est formé de matieres plus denses élevées par un Soleil plus ardent, qu'il résiste davantage au mouvement du Pendule à Secondes, & le retarde, & quand de ce retardement on a conclu que la Terre étoit un Sphéroïde applati, la conséquence a été ingénieuse, mais un peu précipitée.

L'Eau est un amas de petits Tourbillons du 2d Elément, composés de Tourbillons du 1er plus petits, qui ont chacun à leur centre un Globule pesant, & tournent tous ensemble autour d'un même Globule placé au centre commun. Un Tourbillon élémentaire d'Air

d'Air est analogue au grand Tourbillon Solaire qui ne contiendroit de corps solide que le Soleil placé à son centre, & d'ailleurs de moindres Tourbillons fluides, tels que ceux des Planetes principales, mais sans ces Planetes. Un Tourbillon élémentaire d'Eau est analogue aux Tourbillons de Jupiter & de Saturne, qui outre la Planete principale qu'ils portent à leur centre, ont encore des Tourbillons de Planetes subalternes mues autour de la principale.

De cette formation de l'Eau, il suit déja que chargée de tant de Globules pesans, elle doit être beaucoup plus pesante que l'Air.

Les Tourbillons du 2d Elément qui la composent, appesantis par ces Globules, n'auroient plus la force de faire équilibre avec tous les autres du 2d Elément qui sont sans Globules, s'ils n'étoient plus grands que ceux-là, & n'avoient une plus grande masse qui récompensât le moins de vitesse.

Ils sont cependant toujours beaucoup plus petits que ceux de l'Air, & par conséquent l'Eau passe où l'Air ne passe pas, ce qui a pu d'abord étonner. On voit assez que ce n'est pas à dire que l'Eau doive passer partout.

L'Eau soulagée du poids de l'Air dans la Machine du Vuide, ne se dilate pas pour cela. Il est entré au travers du Verre du Récipient tout ce qu'il falloit de Tourbillons du 2d Elément *purs* pour remplir l'espace d'où l'Air a été chassé, & comme ils sont, & sont seuls en équilibre avec ceux de

 l'Eau,

l'Eau, il n'y à eu rien de changé à leur égard.

On ne peut non plus comprimer l'Eau par aucun poids, car l'élastité des petits Tourbillons du 2d Elément est si grande, qu'aucun des poids dont nous pouvons disposer ne la peut vaincre.

L'Eau n'est pas un Milieu propre à transmettre le Son comme l'Air. On en voit aisément la raison.

Le petit Tourbillon total, qui est une particule élémentaire d'Eau, étant plus petit que celui qui est une particule élémentaire d'Air, il y a dans un espace égal un plus grand nombre de particules d'Eau que de particules d'Air, & par conséquent plus d'attouchemens entre les parties d'Eau, & plus d'union entre elles, car le nombre de leurs attouchemens apporte à leur séparation une plus grande résistance.

Les parties d'Eau ne laissent pourtant pas de se séparer assez aisément, témoin leur élévation en vapeurs; c'est-là une simple séparation, & non une dilatation proprement dite, ou augmentation de volume.

Après tout cela, M. l'Abbé de Molieres vient à considérer l'Huile, non pas celle que nous avons, qui, de quelque espéce qu'elle soit, quelque rectifiée qu'elle soit, est presque entierement noyée d'Eau, comme réciproquement l'Eau contient toujours un peu d'Huile; mais il s'agit d'une Huile pure, telle que les Chimistes la supposent pour en faire un de leurs Principes. Elle consiste en petits Tourbillons du 1er Elément, dont chacun porte à son centre un petit Corps solide & pe-

pesant, de nature à s'enflammer. Un de ces Tourbillons élémentaires sera analogue au Tourbillon Solaire dont on retrancheroit tout ce qu'il contient, excepté le Soleil, & quelque matiere fluide qui circuleroit à l'entour. Il seroit possible aussi que le petit Tourbillon d'Huile fût composé, comme celui de l'Eau, de Tourbillons encore plus petits, ayant chacun un Globule dur ou pesant à leur centre, & qu'il ne différât d'un Tourbillon de l'Eau qu'en grandeur, l'un étant du 1er ordre, & l'autre du 2d.

Visiblement l'Huile sera plus legere que l'Eau.

Ses parties auront aussi plus d'union entre elles. Les petits Tourbillons du 1er Elément sont plus petits que ceux du 2d.

De là vient la viscosité de l'Huile, & celle que l'on a toujours reconnue dans l'Eau, lui vient du mêlange d'un peu d'Huile.

Quand on a chassé l'Air du Récipient de la Machine Pneumatique, où l'on avoit mis de l'Eau dans un vase, il sort aussi tôt de l'Air de cette Eau, & en si grande quantité, qu'il occupe presque autant d'espace que l'Eau en occupe. Il y étoit donc étrangement comprimé. Qu'on remette cette même Eau à l'air libre, elle reprend en peu de tems autant d'Air qu'elle en avoit eu auparavant, qu'elle force a pu le contraindre à rentrer dans cette Eau d'où il s'étoit dégagé, & à s'y remettre dans l'état d'une violente condensation? C'est-là une question très difficile à résoudre, & très embarrassante pour les Physiciens. On en trouve la réponse dans les principes de

M. L'Abbé de Molieres, en niant que ce soit de l'Air qui sort de l'Eau, ce sont de petits Tourbillons d'Huile, & qui par conséquent appartiennent au 1er Elément. Cet Elément remplit nécessairement les espaces angulaires compris entre les Tourbillons du 2d qui forment l'Eau qu'on a mise dans la Machine Pneumatique, il remplit aussi ceux qui sont au dehors de la Machine entre les Tourbillons du 2d, mais quand ceux-ci entrent dans le Récipient à mesure qu'on en chasse l'Air, ils n'y entrent pas accompagnés des Tourbillons du 1er Elément qui remplissoient leurs espaces angulaires, & il en sort d'autres de l'Eau du vase pour tenir leur place. Cette Eau n'étant plus en quelque sorte assujettie par ce qui remplissoit ses interstices, sera un peu dilatée; mais remise à l'air libre, elle aura bien-tôt repris sa consistance ordinaire.

Ce n'est pas-là proprement l'idée de M. l'Abbé de Molieres sur ce sujet. Il conçoit que les petits Tourbillons de l'Huile contenus dans l'Eau, se transforment en Tourbillons d'Air; mais ces sortes de transformations d'un Tourbillon d'un Elément en un Tourbillon d'un autre, quoiqu'elles paroissent d'elles-mêmes assez possibles, demanderoient pourtant une plus longue explication.

La matiere subtile de Descartes qui a été, comme ici, son 1er Elément, est celle qui par sa grande activité fait le feu. Quand le petit Corps pesant inflammable, c'est-à-dire, propre à être pénétré & en même tems agité par la matiere subtile jusques dans ses plus petites parties, s'enflamme, toute la matiere

des

des environs s'en ressent jusqu'à une certaine distance, à cause de l'équilibre où sont toutes ses parties. Il y a alors dans toute une certaine Sphere ce qu'on appelle chaleur. Il est clair qu'il y a aussi une raréfaction, une augmentation de volume.

Si l'agitation du petit Corps enflammé est assez grande pour ébranler aussi les Tourbillons du 2d Elément qui sont plus grands que ceux du 1e, & avec lesquels il n'est pas par lui-même en équilibre, c'est de la lumiere, qui consiste dans des vibrations très promptes causées par l'élasticité de ce 2d Elément. Ainsi il peut y avoir de la chaleur sans lumiere, & à plus forte raison de la chaleur & de la lumiere à la fois. Mais comme la chaleur demande de petites molecules d'Huile enflammées qui en enflamment d'autres de proche en proche, & qu'il ne s'en trouve pas partout, au lieu qu'il se trouve par tout des Tourbillons du 2d Elément, il peut y avoir aussi de la lumiere sans chaleur.

L'Atmosphere du Soleil est pleine de petits Tourbillons d'Huile enflammés les uns par les autres, & mus avec tant de violence, qu'ils ébranlent tout le 2d Elément beaucoup au de-là de Saturne, à une distance presque infinie. Mais hors de cette Atmosphere, où il y a lumiere & chaleur, il ne se trouve plus d'Huile dans de très grands espaces, qui n'ont par conséquent que de la lumiere, & quand le grand ébranlement général est arrivé à la Terre, il y trouve des Tourbillons d'Huile qu'il enflamme, ce qui cause sur la Terre de la chaleur aussi-bien que de la lumiere.

L'Eau se raréfie jusqu'à un certain point par la chaleur, après quoi, si la chaleur continue ou augmente, la forme d'Eau ne subsiste plus, toutes les parties ont perdu leur union, tout se dissipe en vapeurs. L'Huile se dissipe de même à la fin, mais ce n'est que par un degré de chaleur beaucoup plus grand, & après avoir soutenu une raréfaction beaucoup plus grande, sans perdre la forme d'Huile. Cette différence vient de ce qu'il n'y a que l'Huile qui fasse la chaleur. L'Eau en contient toujours un peu, & quand elle a perdu ce qu'elle en avoit, elle ne s'échauffe plus. Ce qu'on appelle Huile a beaucoup plus de cette Huile élémentaire.

L'Air ou le 3me Elément est le Milieu du Son, le 2d Elément celui de la Lumiere, le 1er celui de la Chaleur.

Avec cette Théorie, M. l'Abbé de Molieres entreprend l'explication des phénomenes particuliers de la Physique, & de tout ce que la Chimie a de plus surprenant. On voit bien d'abord que ces Tourbillons en nombre infini, agités d'un mouvement inaltérable que la force centrifuge & l'élasticité renouvellent toujours dans le besoin, lui fournissent un fonds inépuisable pour tout ce qui peut arriver de plus violent & de plus subit, il ne sera jamais nécessaire de recourir à de nouvelles sources de mouvemens que la Méchanique ne connoit point, & que la Raison ne peut adopter. On se passera même de toutes ces figures ou longues & roides, ou souples & pliantes, ou pointues, ou percées de pores, ou tournées en lames de Ressort, &c. figures à la vérité

Mé-

Méchaniques, & très intelligibles par elles-mêmes, mais purement gratuites, mais dont la prémiere formation & la durée éternelle ne feroient pas sans difficulté. S'il y en a jamais eu de cette espece, qui ayent été, pour ainsi dire, légitimées par l'approbation unanime des Philosophes, ce sont certainement les figures longues, roides & pointues des Acides; mais M. l'Abbé de Molieres fait voir très aisément que de petits Tourbillons, d'une figure toute contraire, & nullement gratuite, feront le même effet pour les Dissolutions Chimiques. Ce seront de petits Forets, qui par leur mouvement en rond sur leur axe pénétreront tout. Et sans ce mouvement, une Bale de Mousquet qui est ronde, ne perce-t-elle pas bien? Nous nous contenterons de cet exemple. Il nous suffiroit de faire naitre l'envie d'approfondir ces nouvelles idées. Leur simplicité & leur exacte liaison les en rendent dignes.

## OBSERVATIONS DE PHYSIQUE GENERALE.

### I.

L'ACADEMIE a vu un jeune Païsan, nommé Noel Fichet, né le 19 Mars 1729 à Fresnay-le-Buffard, Paroisse aux environs de Falaise en Normandie, remarquable par sa taille & par une force bien au dessus de l'âge de

de 7 ans qu'il avoit alors. Dès sa premiere année sa Mere s'apperçut qu'il avoit beaucoup crû, il crût ensuite d'un demi pied par an jusqu'à sa quatrieme année, où il étoit parvenu à 3 pieds ½. Des Charpentiers qui travailloient dans le Village, avoient eu la curiosité de le mesurer exactement, & enfin à l'Académie on l'a trouvé de 4 pieds 8 pouces 4 lignes, étant sans souliers.

Sa Mere lui vit dès l'âge de 2 ans, des signes d'une puberté très précoce, qui acquit bien-tôt ensuite toute sa perfection.

A l'âge de 4 ans il prenoit des Bottes de foin de 15 livres qu'il jettoit dans les Rateliers des Chevaux, & dans l'Eté de 1735 il jettoit dans un Chariot par dessus sa tête, des Gerbes de Bled pesant 25 livres, comme auroit pu faire un homme de 20 ans.

Sa Mere a eu avant lui quatre Enfans qui n'ont rien d'extraordinaire, & il n'étoit pas plus grand ni plus gros qu'eux quand il est venu au monde. S'il y a à cet égard quelque singularité dans sa famille, c'est un Grand-Pere haut de 6 pieds, large, quarré, & d'une grande conformation, encore tout droit & très robuste à 70 ans.

Cet Enfant, déja Homme par sa force corporelle, n'est qu'un Enfant par son esprit. Il ne l'a pas plus avancé que ses pareils de son âge, & leurs petits jeux enfantins lui font autant de plaisir qu'à eux. On n'en sera pas fort surpris, si l'on fait réflexion que l'accroissement de l'esprit consiste dans un nombre d'idées acquises par l'usage & par l'expérience, ce qui demande indispensablement un tems

assez

assez long, au-lieu que l'accroissement du corps & l'augmentation de ses forces se fait par une addition continuelle de matiere que quelques hazards singuliers peuvent rendre plus prompte & plus abondante. Un petit Païsan doit sortir plus tard de l'enfance de l'Esprit, qu'un autre enfant à qui dans le même tems une bonne éducation fourait sans comparaison plus d'idées, & cependant combien de ces enfans bien élevés restent-ils toujours enfans!

## II.

M. Geoffroy a appris de M. Pfilanderhielm, Suédois, que dans le Marquisat de Bareith près d'un endroit nommé *Oxenkopf*, & sur une Montagne appellée *Fichtelberg*, il se trouve une Ardoise différente des autres Ardoises qui sont auprès des Mines, particulierement en ce qu'elle se fond au feu, & se convertit en Verre dans l'espace de six heures sans addition de Sels, ni d'aucune autre matiere, telle que des Pirites, ou terres *calcaires*, que l'on employe ordinairement à cet usage. Elle a donc en elle-même les principes de sa fusibilité, & en effet on trouve qu'elle contient des matieres de la nature de celles qu'on est obligé d'ajouter aux autres Ardoises. Celle ci s'appelle *Knophstein*, Pierre à Boutons, parceque quand elle est en verre, on en fait des Boutons qui sont luisans & noirs. On en fait aussi des Manches à Couteaux, & de petits Pains orbiculaires dont on envoye une grande quantité en Hollande.

III.

III.

Le même M. Pfilanderhielm a vu en Italie & a apporté à M. Geoffroy la maniere aisée dont on se sert depuis peu pour tirer l'Huile de Petrole du Mont Ciaro, situé environ à 12 lieues Italiennes de Plaisance.

Il y a dans cette Montagne des Ardoises grises, couchées presque horizontalement, mêlées d'Argille, & d'une espece de Sélénite qui paroit d'une nature calcaire. On perce perpendiculairement ces Ardoises jusqu'à ce qu'on trouve l'eau, & alors le Pétrole qui étoit contenu entre les couches des Ardoises & dans leurs fentes, suinte & tombe sur l'eau de ces Puits qu'on a creusés. Quand il s'y en est assez amassé, comme au bout de huit jours, on le va prendre avec des Bassins de Cuivre jaune. Il est mêlé avec de l'eau, mais on voit bien qu'il est très facile de l'en séparer.

Le Petrole se conserve fort bien sur l'eau dans ces Puits, au lieu que dans des Vaisseaux bouchés il ronge les Bouchons dont on se sert ordinairement, & s'évapore en grande partie.

Cette Huile est claire & blanche, au lieu que celle de Modene est jaune, & celle de Parme brune.

Elle est extrêmement inflammable.

Quand un Puits n'en fournit plus, on perce la Montagne en un autre endroit.

Comme on en tire plus que les Apotiquaires n'en consument, on croit qu'on la pourroit employer à macérer & à durcir des Bois. Le Seigneur du Lieu en a déja fait l'épreuve

avec succès sur des Bois résineux, tels que le Pin & le Sapin.

---

NOus renvoyons entierement aux Mémoires.

* L'Ecrit de M. de Reaumur sur les Etincelles produites par le choc de l'Acier contre un Caillou.

† L'Ecrit du même sur la Comparaison des Observations du Thermometre en différens lieux de la Terre.

‡ Les Observations Météorologiques faites à Utrecht, extraites par M. du Fay d'une Lettre de M. Musschenbroek.

‡ Les observations Météorologiques de M. Maraldi pour l'année 1736.

---

# ANATOMIE.

---

## SUR LES CAUSES QUI ARRETENT LES HEMORRAGIES. §

ON a vu que M. Petit le Chirurgien comptoit beaucoup sur le Caillot de Sang pour boucher les Arteres coupées, & quelque.

* V. les M. p. 533. † p. 637. ‡ p. 652. ‡ p. 656. § V. les M. p. 440.

quefois celles qui ont été simplement ouvertes, quoiqu'il y ait en ce cas-là plus de difficulté. M. Morand croit que les changemens qui arrivent aux Arteres, contribuent avec le Caillot à la cessation de l'Hémorragie, généralement dans tous les cas; & que s'il est possible que l'Artere seule ou le Caillot seul suffisent, ce ne sera que fort rarement.

Quand l'Artere sera vuide ou peu remplie de Sang, elle s'affaissera naturellement, s'applatira, & si ses parois viennent à se toucher, elles se colleront ensemble, & la voilà fermée par elle-même. Si les parois ne s'approchent pas assez, & qu'en même tems il se forme un Caillot qui n'eût pas été assez grand pour boucher le Vaisseau non rétréci, elles le prendront entre elles, s'y colleront, & le Vaisseau se trouvera bien fermé. Cette méchanique conviendra mieux à un petit Vaisseau, & à une Hémorragie interne.

Ce n'est pas cependant qu'un gros Vaisseau ne puisse s'applatir si bien que le cours du Sang en soit intercepté. M. Morand rapporte un fait singulier qui lui a passé par les mains. Un Païsan ayant reçu au bras un coup très violent, n'avoit nulle pulsation sensible à ce bras-là au dessous du coup, on ne la sentoit qu'au dessus. M. Morand lui ayant sauvé ce bras, qui fut en grand danger d'être coupé, le pouls y revint peu-à-peu à mesure qu'il se guérissoit. L'Artere s'étoit donc applatie par le coup dans le moment, & au point que le Sang, qui venoit du Cœur, ne pouvoit forcer cet obstacle, & étoit obligé de continuer

son

son cours par des branches ou petites Arteres collatérales, tandis que l'Artere principale, au de-là du coup, demeuroit sans mouvement.

Si les parois de ce Vaisseau se sont collées si promptement, si parfaitement, malgré sa grosseur assez considérable, & sans aucun secours étranger, à plus forte raison le pourront-elles dans des cas plus favorables, qui sont ceux où M. Morand suppose cette action.

Mais ce n'est pas sur cela seul qu'il compte. Une Corde coupée se retire & s'accourcit dans ses deux parties, si elle étoit tendue auparavant, & cela d'autant plus qu'elle étoit plus tendue. Il en est de même d'une Artere coupée, & par la même raison. Ses fibres longitudinales se retirent & se raccourcissent, ce qui oblige les circulaires ou annulaires à se serrer davantage les unes contre les autres, & à former des anneaux d'une circonférence plus épaisse, & où le vuide du milieu est moindre. C'est-là ce qui reste de diametre à l'Artere, & par-là non seulement les parois plus approchées se peuvent plus aisément coller, mais un plus petit bouchon suffira pour fermer l'ouverture. Il se collera aux parois de part & d'autre par leurs surfaces intérieures. Il peut accélérer beaucoup l'opération, qui sans lui seroit tout au moins plus lente, comme le seroit aussi la réunion des parois seules qui ne rencontreroient pas de bouchon. Ici le tems est extrêmement précieux.

## OBSERVATION ANATOMIQUE.

M. DE LA FAYE, Maître Chirurgien de Paris, a fait voir quelques Muscles surnuméraires qu'il a trouvés dans le Cadavre d'un Homme.

Ayant levé les Tégumens communs de la Poitrine pour découvrir les Muscles grands Pectoraux, il a vu du côté gauche, & près du Sternum, un Muscle de figure ovale très allongée, dont la partie la plus large & moyenne en situation regardoit le Muscle grand Pectoral, & en couvroit même une partie. Les Fibres de ce Muscle, paralleles au Sternum, étoient rapprochées par ses deux extrémités; la supérieure étoit terminée par un Tendon assez long, attaché au Sternum par un point, & allant se confondre avec la partie tendineuse du Muscle Mastoïdien; l'inférieure avoit une petite Aponevrose qui recouvroit presque tout le Cartilage de la sixieme des Vrayes-Côtes, & se confondoit ensuite avec les Fibres du grand Oblique. Outre ces attaches principales, ce Muscle avoit encore trois petits Tendons qui l'attachoient à différens Cartilages des Côtes.

Le même Sujet avoit aussi sur le dos de chaque Main, le long du second Os du Métacarpe, un petit Muscle qui avoit son attache fixe à la partie inférieure du Radius, & qui, à quelque distance de cette attache, se divisoit en deux portions, terminées chacune

par

par un Tendon. Un de ces Tendons, fort long, suivoit la direction du Tendon de l'Extenseur commun, & s'attachoit à la convexité de la derniere Phalange du Doigt du milieu, du côté de l'Annulaire; l'autre beaucoup plus court, s'attachoit à la partie latérale de la prémiere Phalange du même Doigt du milieu, du côté de l'Index. On conçoit bien mieux en cette matiere ce qui manque que ce qui est de trop.

Nous renvoyons entierement aux Mémoires.

* La description de l'Oeil du Hibou nommé *Ulula*, par M. Petit le Medecin.

† L'Ecrit de M. Petit le Chirurgien sur l'Anevrisme.

# CHIMIE.

## SUR LES VITRIOLS ET SUR L'ALUN. ‡

On a vu en 1735 ‡‡ la différence que M. Lemery met entre les Vitriols & l'Alun. Un Acide est engagé ou dans un Métal, & c'est-là le Vitriol, différent selon le métal, ou

* V. les M. p. 186. † p. 338.
‡ V. les M. p. 362. ‡‡ p. 13. & suiv.

ou dans une pure Terre blanche, & c'est l'Alun, on peut ajouter, pour donner une idée plus complette, ou dans une matiere grasse & huileuse, & c'est le Soufre commun: l'Acide est toujours le même dans ces trois Mixtes, & on ne l'appelle qu'Acide Vitriolique.

Pour reconnoître l'Alun d'avec le Vitriol, M. Lemery en faisoit un mêlange avec l'Huile de Tartre. Aussi-tôt l'Alkali de cette liqueur alloit saisir l'Acide de l'Alun, ou en étoit saisi, & la Terre blanche abandonnée par son Acide se précipitoit. Elle indiquoit surement l'Alun, comme un précipité métallique auroit indiqué un Vitriol.

On a demandé à M. Lemery pourquoi il ne s'étoit pas servi d'un autre moyen très simple & très usité. On met un morceau d'Alun sur un Charbon ardent, il s'y gonfle, s'y boursouffle, & y laisse ensuite une marque blanche. Si ce n'étoit pas de l'Alun, cela n'arriveroit point, & on a prétendu même que les Sels blancs tirés des Vitriols par M. Lémery, & qu'il a cru être de l'Alun, n'en feront point, à moins qu'on ne s'en assure par cette épreuve. Voici ce que M. Lemery répond.

Il avoit quatre Aluns, le prémier tiré de la Tête-morte de 6 livres d'Alun distillé, les trois autres des Têtes mortes d'un Vitriol d'Angleterre, d'un Vitriol d'Allemagne & d'un Vitriol blanc naturel. Nous avons déja parlé de ces mêmes Vitriols en 1735. Les deux prémiers, selon l'ordre où nous venons de les mettre, n'ont rien fait sur le Charbon

ar-

ardent, ils y sont demeurés immobiles, sans aucun gonflement, les deux autres ont fait ce qu'on en attendoit. L'épreuve du Charbon est donc fautive, puisqu'elle manque quelquefois, & elle a manqué justement sur celui des quatre Aluns qui l'étoit le plus incontestablement. L'Huile de Tartre, qui agit, & manifeste son action sur tous les quatre, est bien à préférer.

Il est aisé de concevoir que le gonflement de l'Alun sur le Charbon vient d'une matiere aqueuse & visqueuse, sulfureuse peut-être, qui étant échauffée & rarefiée, fait effort pour s'échapper de la masse minérale où elle a été jusques-là retenue, la souleve, l'agite en tous sens, en désunit les parties solides, & par-là donne lieu à l'Acide de quitter sa Terre. C'est cette Terre qui fait le résidu ou la marque blanche qu'on voit sur la Charbon. Mais cette matiere liquide qui cause le gonflement, n'est pas essentielle à l'Alun, il n'y a que son Acide & sa Terre blanche qui le soient, du moins une certaine dose précise de cette matiere n'est certainement pas réglée, différens Aluns en contiendront plus ou moins, & seront également Aluns, & ils contiendront plus ou moins de cette substance étrangere, non seulement par leur formation naturelle dans les entrailles de la Terre; mais par la calcination artificielle, qui quoique faite au même fourneau, au même feu, en même tems, les aura par différens accidens différemment affectés. Ainsi l'épreuve du Charbon qui n'agit sur rien d'essentiel à l'Alun, doit être extrêmement inférieure à celle de l'Huile de Tar-

tre, dont l'action tombe sur ce qui fait l'essence de l'Alun.

La décomposition, qui se fait de ce Sel par le Charbon ardent, est très facile, très prompte & très complette, & on en est étonné quand on la compare à celle qui se fait par une opération ordinaire, où après avoir enlevé à l'Alun par un feu de Sable tout le flegme que l'on a pu, il faut le tenir pendant 72 heures à un feu de bois très violent, pour n'en avoir encore que les deux tiers de décomposés. D'où peut venir cette prodigieuse différence?

M. Lemery la rapporte à ce que la prémiere de ces opérations se fait à l'air libre, & l'autre dans des Vaisseaux bien fermés. Afin que le feu qui agit sur un Corps, en fasse sortir les particules qui tendent alors à en sortir, il faut qu'elles trouvent où se loger, & que quelque autre matiere leur cede sa place. Dans un Vaisseau fermé, le peu d'air qui y est, n'est nullement disposé à faire place aux évaporations qui sortiroient d'un Corps échauffé, il est indispensable prémierement qu'il occupe la sienne, & il n'en sauroit changer; de plus il est échauffé lui-même, & tend à occuper plus d'espace, & par-là repousse ce qui tend à sortir de ce Corps. Seulement il pourra arriver que les Vaisseaux ne soient pas exactement fermés, & l'évaporation en profitera un peu, ou bien il en sortira par leurs pores quelques particules plus fines que les parties naturelles de l'air, & qui ne laissoient pas d'être mêlées avec elles, & ce seront autant de vuides que l'évaporation remplira;

pira ; mais il est visible que même avec ces deux secours réunis, elle sera encore très imparfaite & très lente. Ce n'est pas la peine de dire ce qui doit arriver au contraire dans une opération à l'air libre.

Il y a encore quelque chose de plus pour celle du Charbon en particulier. Le Charbon est sulfureux, & il fournit à l'Alun qu'il porte, une Huile, qui, selon que M. Lémery le prouve par plusieurs exemples, aide beaucoup au dégagement & à la volatilisation des Acides.

Le raisonnement Physique, qui vient d'être fait sur les Vaisseaux fermés, a été confirmé par une espece de bonheur imprévu. On voyoit assez en général que l'épreuve du Charbon ardent ou devoit ou pouvoit être équivoque, le fait rapporté des quatre Aluns suffisoit; mais on ne voyoit pas en particulier ce qui avoit déterminé deux d'entre eux plutôt que les deux autres à ne rien faire sur le Charbon. On pouvoit ne le pas chercher, mais on l'eût cherché, & on eût eu peut être le malheur d'en trouver des raisons assez ingénieuses. La véritable est que les deux Cornues des Aluns qui n'ont rien fait sur le Charbon, furent fêlées assez considérablement par la violence du feu, les deux autres étant demeurées saines & entieres. L'évaporation de la matiere qui se gonfle, se fit dans les Cornues fêlées, & non dans les autres. Ce n'est pourtant pas que les Aluns de ces deux dernieres se gonflassent autant que s'ils n'avoient pas essuyé une aussi forte calcination.

Il a été dit en 1735 que l'Alun se décompose

pose plus difficilement que le Vitriol, que de-là M. Lemery avoit tiré une Règle pour découvrir quelle étoit la quantité de ces deux différens Sels dans une masse composée des deux, comme le sont les Vitriols d'Angleterre & d'Allemagne, & de-là enfin les rapports qu'ils ont sur ce point, tant entre eux qu'avec l'Alun pur. Tout cela étoit fondé sur des décompositions faites de ces Corps dans des circonstances où une parfaite égalité étoit nécessaire, & M. Lemery croyoit bien l'y avoir mise. Mais il avoue que la circonstance des fêlures des deux Cornues lui avoit échappé. La décomposition s'y est faite plutôt que dans les autres, en partie par cette raison sur laquelle il n'avoit pas compté. Tout son calcul est donc à corriger, & il le corrige, mais nous n'entrons point dans ce détail, l'important est la découverte, & encore plus l'aveu de la faute, si c'en est une.

Sur ce que M. Lemery avoit avancé, ainsi qu'on l'a vu, que le Vitriol blanc naturel étoit un composé de Vitriol vert & d'Alun, M. du Hamel lui avoit, non pas proprement objecté, mais plutôt représenté, que quand on fondoit ensemble, & qu'ensuite par l'évaporation on faisoit crystalliser du Vitriol vert & de l'Alun, les Crystaux de l'un & de l'autre de ces Sels ne se confondoient point, mais se tenoient séparés les uns des autres de façon qu'ils étoient aisés à distinguer, ce qui ne marquoit pas qu'ils eussent grande disposition à s'unir étroitement ensemble dans un même Mixte. Le fait étoit constant, & reconnu par M. Lemery.

Il

Il est assez vraisemblable que la séparation des Crystaux vient de ce qu'ils ne sont pas formés précisément en même tems. L'Alun, qui est plus difficilement dissoluble que le Vitriol vert, parce que ses parties essentielles sont mieux liées, doit par la même raison être plus aisément & plus promptement crystallisable, parce que dès qu'il a perdu un peu de son humidité étrangere, ses parties ne demandent, pour ainsi dire, qu'à se resserrer encore. Mais il est constant d'ailleurs que quand le Vitriol blanc naturel a été fondu, dissous, évaporé, le Vitriol vert qu'il contient, & son Alun, ne se crystallisent qu'ensemble.

Il y a là quelque chose de fin, qui se cache encore, quelque différence de préparation dans les matieres que l'on n'a pas remarquée, quelque alliage inconnu, &c. Mais que ne peut point la persévérance de l'Art, favorisée par les hazards même qu'elle saura mettre à profit?

## SUR LA BASE DU SEL MARIN. *

UN des grands points dans les Sciences, c'est de bien savoir qu'on ne sait pas ce qu'effectivement on ne sait pas. Notre Siecle en est heureusement venu là. Quoiqu'il manque peu de chose à connoître sur un sujet, on n'en est pas moins curieux de rechercher ce

* V. les M. p. 299.

ce peu, & on ne se flate point de connoître suffisamment le tout. Les Chimistes savent tirer du Sel marin son Acide, qui est l'Esprit de Sel, ils l'ont séparé de la Base qui le portoit, ils ont rompu l'union qui l'y attachoit; ils savent de plus transporter un autre Acide sur cette même Base, & si cet Acide est le Vitriolique, c'est-là le Sel de Glauber; si c'est l'Acide Nitreux, c'est ce qu'on appelle *Nitre quadrangulaire*; mais les Chimistes n'ont point vu cette Base du Sel Marin & pure exempte de tout Acide; ils ne savent point de quelle nature elle est, comme ils savent par leurs expériences que la Base de l'Alun est une Terre blanche, que celle du Vitriol vert est du Fer, celle du Vitriol bleu du Cuivre. Faute d'avoir cette Base du Sel, on ne le recompose, on ne le régenere point après l'avoir décomposé, & un Chimiste ne se croit le maître d'un Mixte que quand il peut à son gré le détruire & le reproduire, démolir l'Edifice, en avoir tous les matériaux, & le rebâtir.

Il est vrai que l'on sait bien que la Base du Sel Marin est ou une Terre, ou quelque Alkali, & la différence en est si legere, que ce pourroit être une Terre Alkaline, mais enfin il vaut mieux sortir de cette indétermination, & pour acquérir ce nouveau degré de lumiere qui manquoit, M. du Hamel s'est engagé dans un travail assez long & assez pénible.

Il en auroit été bien plutôt quitte, s'il avoit voulu prendre pour Base du Sel Marin une Terre blanche qui se précipite de la Solution

position du Sel ordinaire de Gabelle, quand on y verse de l'Huile de Tartre par défaillance. Mais il reconnoissoit que cette Terre n'avoit pas appartenu essenciellement au Sel, parce qu'elle étoit en trop petite quantité; parce qu'après sa précipitation il restoit encore beaucoup de très beau Sel, non altéré, sur lequel même l'Huile de Tartre n'agissoit plus; parce qu'enfin avec cette Terre & l'Esprit de Sel, on ne régénéroit pas un Sel Marin. Cette Terre, sans être Base, avoit pourtant quelque rapport à ce Sel, elle y pouvoit être mêlée par quelque accident de sa formation, ce qui ne manque pas d'exemple, mais enfin elle n'étoit pas la Base qu'on cherchoit.

Quand on mêle une matiere inflammable avec le Nitre, son Acide se dissipe à la moindre chaleur, & laisse sa Base nue & à decouvert. Les matieres inflammables, mêlées aussi avec le Vitriol, diminuent la force de l'union de son Acide avec sa Base, & en facilitent par conséquent la séparation. Sur ces exemples, M. du Hamel crut que de la poudre de Charbon ou de la limaille de Fer, pourroient être les intermedes qui lui feroient séparer l'Acide du Sel Marin d'avec sa Base; mais ses espérances furent trompées. Il essaya les matieres animales après les végétales ou minérales inflammables, parce qu'il y a apparence, selon d'habiles Chimistes, qu'une partie du Sel Marin qui entre dans les alimens de plusieurs Animaux, se décompose dans leurs corps, & s'y change en Sel

Armoniac, mais il eut encore aussi peu de succès.

Il imagina enfin le moyen qui devoit lui réussir, & payer sa persévérance, quoiqu'accompagné encore de plusieurs difficultés. Il commença par faire un Sel de Glauber, par transporter, selon la pratique connue, un Acide Vitriolique sur la Base du Sel Marin. Cet Acide, il falloit ensuite le chasser de-là; nulle distillation n'en eût eu le pouvoir, il n'y a point de feu assez violent pour séparer l'Acide Vitriolique d'un Sel Alkali auquel il s'est joint, mais il est constant que cet Acide se joint aussi très aisément aux matieres inflammables, & forme avec elles un Soufre commun. C'est ce qui fut executé par de la poudre de Charbon que M. du Hamel jetta sur son Sel de Glauber. L'Acide Vitriolique qui entroit dans la formation de ce Soufre, n'étoit pas pour cela séparé de la Base du Sel Marin, mais il étoit plus aisé d'en séparer le Soufre qui le contenoit, & en effet il fut précipité par un Vinaigre qu'on y versa, de sorte que la Base du Sel Marin resta chargée du seul Acide Végétal du Vinaigre, plus foible qu'un Acide Minéral, & d'autant plus aisé à chasser & à enlever, qu'il a beaucoup de matiere huileuse. Ce ne fut pourtant pas sans avoir passé encore par des distillations & de fortes calcinations, que la Base du Sel Marin put être jugée assez pure & assez exempte non seulement de tout Acide, mais même de tout Alkali volatil, car on en est plus sûr qu'il n'y sera pas resté d'Acide.

M. du Hamel a donné encore un autre tour

à

à cette opération, qui étoit à peu-près la même, quant au fond. Au-lieu de transporter d'abord sur la Base du Sel Marin un Acide Vitriolique, il y a transporté de l'Esprit de Nitre, ce qui fait, comme il a été dit, le Nitre quadrangulaire. Il a ensuite dissipé cet Esprit de Nitre en l'enflammant dans un Creuset rouge par de la poudre de Charbon; après quoi il lui est resté la même Base de Sel Marin qu'il avoit déja eue.

Ce n'est pas une Terre, mais un vrai Sel qui se dissout aisément dans l'Eau. C'est un Sel qui se reconnoît sûrement pour Alkali par ses effets avec les Acides. Il ne se résout pas en liqueur à l'air, mais tombe en une poussiere semblable à de la Farine. Il est très frais, & un peu amer sur la langue.

Pour donner encore plus d'idée de ce Sel, en le rapportant à quelque chose de plus connu, M. du Hamel le compare & le trouve fort semblable au Natrum & au Sel de Soude ou Kali. Le Natrum est un Sel naturel d'Egypte, que l'on trouve toujours mêlé avec beaucoup de Sel marin; il ne sera pas étonnant que dans les lieux où il se sera formé une grande quantité de ce Sel, il y ait par quelques accidens des Bases propres à recevoir des Acides, & qui n'en ayent pas reçu, ou qui après en avoir reçu, en ayent été dépouillées. Le Sel de Soude est tiré de la Soude ou Kali, Plante maritime, qui peut avoir été nourrie en partie de Sel Marin, dont il se sera fait une décomposition dans l'intérieur de ses Vaisseaux.

M. du Hamel avoue qu'après avoir travail-

d'abord ôter à ce Minéral tout ce qu'il peut perdre de son Soufre, par une bonne calcination de 10 heures. Plus cette Chaux que l'on a est divisée en parties fines, mieux l'Antimoine est *désulfuré*, ce n'est presque plus que du métal, qu'un régule, mais aussi cette matiere est trop dépouillée du principe inflammable qui fait son activité, & de plus elle est sous une forme peu commode pour l'usage. Il est donc question de la *réduire*, c'est-à-dire, de trouver un fondant qui lui rende une quantité de Soufre convenable, & en même tems fasse un Liquide, dans lequel toutes les parties régulines de la Chaux se précipitent par leur pesanteur, moyennent quoi elles iront toutes au fond du Vaisseau, & seront ensuite aisées à réunir par la fonte en une même masse. Ajoutons qu'on se propose toujours de ménager l'Antimoine, & d'en perdre le moins qu'il se puisse.

M. Geoffroy essaya de différentes matieres, de celles qu'avoient employées Mrs Kunckel & Stahl, des Huiles, des Graisses, du Nitre, du Tartre rouge, du Savon Blanc, du Noir, & enfin le résultat de toutes ses expériences le détermina pour le Savon noir. Il est fait d'une Lessive forte de Potasse, & de Chaux vive unie par ébullition à quelque Huile.

Mais pourquoi ne mêler ce Savon qu'avec l'Antimoine calciné à grand feu, & non pas avec l'Antimoine crud, réduit seulement en poudre très fine? Ce seroit une opération épargnée. M. Geoffroy qui se fait cette objection, y répond par l'expérience, qui prouve

ve décisivement qu'entre ces deux différens procedés le sien est celui qui fournit le plus de Régule. C'est par celui-là certainement qu'il sera évaporé le plus de Soufre; & en général il résulte de toutes les opérations de M. Geoffroy, qu'il y a dans l'Antimoine beaucoup de Soufre inutile, & même nuisible à l'éméticité, & en plus grande quantité que lui-même n'avoit cru jusques-là.

Il décrit la maniere dont il conduit le mélange de Chaux d'Antimoine & de Savon noir, mis dans un Creuset sur le feu. Il évite surtout de donner d'abord le feu trop vif, de peur qu'il ne se dissipât en fumée des parties régulines, qui à cause de leur extrême finesse sont plus aisées à enlever. L'opération finie, on trouve dans le Creuset refroidi une espece de croute ou glace de *Scories* qui surnage un culot de Régule bien rassemblé, dont le fond du Creuset est rempli. C'est-là ce que l'on demandoit.

Les Scories sont une espece de Verre noir, compacte, qui se fond à la Bougie comme un Bitume, & ne s'humecte point à l'Air. Il paroît assez que c'est l'Huile du Savon brulée qui s'est unie à l'Acide du Soufre de l'Antimoine, & en même tems une vitrification de quelque terre produite par les Sels du Savon. Cette vitrification enveloppe le Bitume qui s'est formé, elle est un Email qui le préserve de l'humidité de l'Air. Pendant que tout étoit en fusion, les parties régulines de l'Antimoine, plus pesantes que la matiere des Scories, l'ont traversée en descendant au fond du Vaisseau.

Ce-

Cependant ce Culót de Régule n'eſt pas aſſez compacte pour être parfaitement pur, & il n'eſt guere poſſible qu'il le ſoit. On ne prétend pas parler des Scories adhérentes à ſa ſurface, il ſeroit aiſé de les en détacher, elles lui ſont étrangeres, mais il doit en avoir d'autres qui entrent dans ſa propre ſubſtance, & qui en faſſent partie. Comment dans une violente fuſion auroit-il pu ſe faire une ſéparation ſi exacte de tout ce qui étoit Régule d'avec ce qui ne l'étoit pas? il faut donc encore purifier le Culot.

Pour cela M. Géoffroy a imaginé un moyen qu'il croit entierement nouveau, c'eſt de fondre une ſéconde fois ce Culot avec de nouvelle Chaux d'Antimoine. La prémiere Chaux avoit déja changé en Scories la plus grande partie des impuretés de l'Antimoine, celle ci fera le même effet ſur ce qui en reſte, & elle le fait réellement, ainſi qu'on le juge par la diminution du poids du Colot qui marque qu'elle a agi en lui enlevant quelques parties.

Ici il ſe préſente une difficulté aſſez conſidérable. La Chaux peut avoir agi, & en réduiſant en Scories les impuretés du Régule, & en lui ajoutant de nouvelles parties régulines, ce qui ſeroit très vraiſemblable, puiſqu'elle n'eſt elle-même que de l'Antimoine. Mais M. Geoffroy ayant ſubſtitué à la Chaux d'Antimoine d'autres matieres, comme du Cryſtal factice mis en poudre, un Sel Alkali, a trouvé qu'à la fin de l'opération il avoit plus de Régule que s'il eût employé la Chaux. Donc la Chaux n'agit pas en ajoutant des parties

ré-

régulines, mais seulement en purifiant.

Par tant d'opérations délicates, accompagnées de réflexions qui ne l'étoient pas moins, M. Geoffroy est parvenu à retirer d'une Livre d'Antimoine deux Onces de Régule de plus que Mrs Kunckel & Stahl. Il a vu aussi que ce Minéral ne perd au plus que 3 Onces 5 Gros de Soufre commun ou brulant, & par conséquent en contient bien moins qu'on ne croyoit. L'éméticité du Régule demande qu'il ait toujours un Soufre, mais plus fixe, plus solide, & qu'on appelle quelquefois *métallique*.

Nous ne nous arrêterons qu'à la plus remarquable des observations curieuses qui se sont présentées à M. Geoffroy dans le cours de son travail. Il vouloit réduire par son Savon noir un Antimoine *diaphorétique* qu'il avoit fait de deux parties de Régule, & de trois de Nitre, & au-lieu de la réduction qu'il cherchoit, & qu'il manqua, ses opérations lui donnerent un Phosphore auquel il ne pensoit pas, une matiere qui après avoir été fort tranquille, tandis qu'elle avoit été enfermée, s'enflammoit avec une grande détonation dès qu'on l'exposoit à l'Air, & dardoit de toutes parts une pluye de feu. On voit assez que l'on a ici tous les matériaux nécessaires pour ce phénomene, du Nitre, du Charbon fourni par le Savon noir brulé, des Soufres tant de ce Savon que du Régule d'Antimoine, & jusqu'à de la Chaux qui aura été ou celle du Savon mieux calcinée, ou quelque Terre qui ne l'étoit pas encore. Il est aisé de concevoir que tous ces Agens viennent à s'accorder ensem-

ble

ble pour une action violente, mais qu'une cause aussi légere en apparence que le seul attouchement de l'Air les y détermine tout d'un coup aprés le plus long repos, c'est une merveille dont on aura toujours droit d'être surpris, si l'on veut, même aprés tout ce qui a été dit pour l'expliquer.

NOus renvoyons entiérement aux Mémoires

* Les Conjectures de M. Hellot sur la Couleur rouge des Vapeurs de l'Esprit de Nitre & de l'Eau forte.

† La Maniére de purifier le Plomb & l'Argent alliés avec l'Etain, par M. Grosse.

# BOTANIQUE.

## SUR LA SENSITIVE. ‡

LA Sensitive est une Plante fort connue par la propriété qu'elle a de donner des signes de sensibilité & presque de vie, quand on la touche. Mais on s'en tient assez à cette connoissance générale, on n'a pas trop la curiosité d'aller voir cette merveille dans les Jardins où elle se trouve, & les Philosophes mé-

* V. les M. p. 32. † p. 230.
‡ V. les M. p. 120.

même, si on en excepte M. Hook, savant Anglois, l'ont communément négligée. Cela, loin d'empêcher Mrs du Fay & du Hamel d'en faire une étude particuliere, les y a invités. Ils ont fait leurs observations de concert & séparément : de concert, afin d'agir dans les mêmes vues, & par rapport aux mêmes éclaircissemens qu'ils cherchoient ; séparément afin de ne se faire tomber l'un l'autre dans aucune erreur, & au contraire de se corriger mutuellement quand il le faudroit. Comme ils n'ont point fait de partage entre eux, nous n'en ferons point non plus, & tout ce que nous allons dire sur leur travail appartiendra également aux deux ensemble.

D'une grosse Branche de la Sensitive partent des Rameaux moindres que cette Branche, & de ces Rameaux partent d'autres rameaux moindres, qu'on appelle, pour les en distinguer, des *Côtes feuillées*, parce qu'ils ne sont guere plus gros que les Côtes ou les grosses nervures de grosses feuilles, & que d'ailleurs ce sont eux qui portent les feuilles de la Sensitive, attachées chacune par un pédicule. Ces Côtes feuillées sont sur chaque Rameau au nombre de deux opposées l'une à l'autre, ou de quatre ayant chacune son opposée.

Plusieurs Plantes, telles que les Casses, les Cassies, ont cette même disposition de feuilles *par paires* sur une Côte, & elles ferment ces feuilles le soir, & les rouvrent le matin, comme la Sensitive fait aussi les siennes. Ce n'est pas ce mouvement périodique qui fait le merveilleux de la Sensitive, il lui seroit commun avec

vec d'autres plantes, c'est ce même mouvement en tant qu'il n'est point périodique & naturel, mais accidentel en quelque sorte, parce que l'on n'a qu'à toucher la Sensitive pour lui faire fermer ses feuilles, quelle rouvre ensuite naturellement. C'est ce qui lui est particulier, & lui a fait donner le nom de *Mimosa*, *imitatrice* d'un Animal qu'on auroit incommodé ou effrayé en le touchant. Mais ce mouvement est beaucoup plus étendu & plus considérable que nous ne disons encore, & il a un grand nombre de circonstances dignes d'attention. Nous allons donner en abrégé les principaux faits qui résultent des observations des deux Académiciens.

Il est difficile de toucher une feuille d'une Sensitive vigoureuse & bien saine si légerement & si délicatement qu'elle ne le sente pas, & ne se ferme. Sa plus grosse nervure étant prise pour son milieu, c'est sur ce milieu comme sur une Charniere que ses deux moitiés se meuvent en s'approchant l'une de l'autre jusqu'à ce qu'elles se soient appliquées l'une contre l'autre exactement. Si l'attouchement a été un peu fort, la feuille opposée & de la même paire en fait autant par une espece de simpatie.

Quand une feuille se ferme, non seulement ses deux moitiés vont l'une vers l'autre, mais en même tems le pédicule de la feuille va vers la Côte feuillée d'où il sort, & fait avec elle un moindre angle qu'il ne faisoit auparavant, & s'en rapproche plus ou moins. Le mouvement

total de la feuille est donc composé de celui-là & du sien propre.

Si l'attouchement a été plus fort, toutes les feuilles de la même Côte s'en ressentent, & se ferment. A un plus grand degré de force, la Côte elle-même s'en ressent, & se ferme à sa maniere, c'est-à-dire, se rapproche du Rameau d'où elle sort; & enfin la force de l'attouchement peut être telle, qu'aux mouvemens précédens s'ajoutera encore celui par lequel les Rameaux se rapprocheront de la grosse Branche d'où ils sortent, & toute la Plante paroîtra se vouloir réduire en un faisceau long & étroit, & s'y réduira jusqu'à un certain point.

Le mouvement qui fait le plus grand effet, est une espece de secousse.

Trois des mouvemens de la Plante se font sur autant d'articulations sensibles; le 1er sur l'articulation du pédicule de la feuille avec la Côte feuillée, le 2d sur l'articulation de cette Côte avec son Rameau, le 3me sur celle du Rameau avec sa grosse Branche. Un 4me mouvement, le premier de tous, celui par lequel la feuille se plie & se ferme, doit se faire aussi sur une espece d'articulation qui sera au milieu de la feuille, mais sans être aussi sensible que les autres.

Ces mouvemens sont indépendans les uns des autres, & si indépendans, que quoiqu'il semble que quand un Rameau se plie ou se ferme, à plus forte raison ses feuilles se plieront & se fermeront, il est cependant possible de toucher le Rameau si délicatement que lui seul recevra une impression de mouvement. Mais il

il faut de plus que le Rameau en se pliant, n'aille pas porter ses feüilles contre quelque autre partie de la Plante, car dès qu'elles en seroient touchées, elles s'en ressentiroient.

Le Vent & la Pluye font fermer la Sensitive par l'agitation qu'ils lui causent; une pluye douce & fine n'y fait rien.

Les parties de la Plante qui ont reçu du mouvement, & qui se sont fermées chacune à sa maniere, se rouvrent ensuite d'elles-mêmes, & se rétablissent dans leur premier état. Le tems nécessaire pour ce rétablissement est inégal suivant différentes circonstances, la vigueur de la Plante, la Saison, l'heure du jour. Quelquefois il faut 30 Minutes, quelquefois moins de 10. L'ordre dans lequel se fait le rétablissement varie aussi, quelquefois il commence par les feüilles ou les Côtes feuillées, quelquefois par les Rameaux, bien entendu qu'alors toute la Plante a été en mouvement.

Si l'on veut se faire une idée, quoique fort vague & fort superficielle, de la cause des mouvemens que nous avons décrits, il paroîtra qu'ils s'executent sur des especes de Charnieres très déliées, qui communiquent ensemble par de petites cordes extrêmement fines qui les tirent & les font jouer dès qu'elles sont suffisamment ébranlées. Et ce qui le confirme assez, c'est que des feuilles fanées, & prêtes à mourir, sont encore sensibles, elles n'ont plus de suc nourricier, plus de parenchime, plus de chair, mais elles ont conservé leur charpente solide, ce petit appareil & cette disposition particuliere de cordages qui fait tout leur jeu.

Ces

Ces mouvemens que nous avons appellés accidentels, parce qu'ils peuvent être imprimés à la Plante par une cause étrangere visible, ne laissent pas d'être naturels aussi, comme nous l'avons dit d'abord; ils accompagnent celui par lequel elle se ferme naturellement le soir, & se rouvre le matin, mais ils sont ordinairement plus foibles que quand ils sont accidentels. La cause étrangere peut être dès qu'elle le veut, & est presque toujours plus forte que la cause naturelle. Nous allons rapporter maintenant les principales circonstances du mouvement total naturel de la Sensitive.

Il a été dit en 1729 * que dans un lieu obscur, & d'une température assez uniforme, elle ne laisse pas d'avoir le mouvement périodique de se fermer le soir & de se rouvrir le matin. Cela n'est pas conforme aux observations de Mrs du Fay & du Hamel. Un pot de Sensitive étant porté au mois d'Août dans une Cave plus obscure & d'une température plus égale que le lieu des observations de 1729, la Plante se ferma à la vérité, mais ce fut, selon toutes les apparences, par le mouvement du transport, elle se rouvrit le lendemain au matin au bout de 24 heures à peu-près, & demeura près de trois jours continuellement ouverte, quoiqu'un peu moins que dans son état naturel. Elle fut reportée à l'air libre, où elle se tint encore ouverte pendant la premiere nuit qu'elle y passa, après quoi elle se remit dans sa règle ordinaire, sans

* p. 47.

sans avoir été aucunement affoiblie par le tems de ce déréglement forcé, sans avoir été pendant tout ce tems-là que très peu moins sensible.

De cette expérience, qui n'a pas été la seule, il suit que ce n'est point la clarté du jour, qui ouvre la Sensitive, ni l'obscurité de la nuit qui la ferme. Ce ne sont pas non plus le chaud & le froid alternatifs du jour & de la nuit, elle se ferme pendant des nuits plus chaudes que les jours où elle avoit été ouverte. Dans un lieu qu'on aura fort échauffé, & où le Thermometre apporté de dehors hausse très promptement, & d'un grand nombre de degrés, elle ne s'en ferme pas plus tard qu'elle n'eût fait à l'air libre, peut-être même plutôt, d'où l'on pourroit soupçonner que c'est le grand & soudain changement de température d'air qui agit sur elle ; & ce qui aideroit à le croire, c'est que si on leve une Cloche de verre, où elle étoit bien exposée au Soleil & bien échauffée, elle se ferme presque dans le moment à un air moins chaud.

Cependant il faut que le chaud & le froid contribuent de quelque chose par eux-mêmes à son mouvement alternatif. Elle est certainement moins sensible, plus paresseuse en Hiver qu'en Eté. Elle se ressent de l'Hiver même dans de bonnes Serres, où elle fait ses fonctions avec moins de vivacité.

Le grand chaud, celui de Midi des jours bien ardens, lui fait presque le même effet que le froid, elle se ferme ordinairement un peu. Le bon tems pour l'observer est sur les

9 heures du matin d'un jour bien chaud, & le Soleil étant un peu couvert.

Un Rameau coupé & détaché de la Plante, continue encore à se fermer, soit quand on le touche, soit à l'approche de la nuit; il se rouvre ensuite. Il a quelque analogie avec ces parties d'Animaux retranchées qui se meuvent encore. Il conservera plus longtems sa vie, s'il trempe dans l'eau par un bout.

La nuit, lorsque la Sensitive est fermée, & qu'il n'y a que ses feuilles qui le soient, si on les touche, les Côtes feuillées & les Rameaux se ferment, se plient comme ils eussent fait pendant le jour, & quelquefois avec plus de force.

Il n'importe avec quel corps on touche la Plante. Il y a sur les articulations des feuilles un petit endroit reconnoissable à sa couleur blancheâtre, où il paroît que réside sa plus grande sensibilité.

La Sensitive plongée dans l'eau, ferme ses feuilles & par l'attouchement & par le froid de l'eau. Ensuite elle les rouvre, & si en cet état on les touche, elles se referment, comme elles eussent fait à l'air, mais non pas avec tant de vivacité. Il en va de même des Rameaux. Du jour au lendemain la Plante se rétablit dans le même état que si elle n'avoit pas été tirée de son Elément naturel.

Si on brule ou avec une Bougie, ou avec un Miroir ardent, ou avec une Pince chaude, l'extrémité d'une feuille, elle se ferme aussi-tôt, & dans le même moment son oppo-

sée, après quoi toute la Côte feuillée, & les autres Côtes, & même le Rameau, & même les autres Rameaux de la Branche en font autant, si l'impression de la brulure a été assez forte, & selon qu'elle l'a été plus ou moins. Cela marque une communication, une correspondance bien fine & bien étroite entre les parties de la Plante. On pourroit croire que la chaleur les a toutes frappées; mais on peut faire en sorte qu'elle ne frappe que l'extrémité de la feuille brulée, on fera passer l'action du feu par un petit trou étroit d'une plaque solide, qui en garantira tout le reste de la Plante, & l'effet sera presque entierement le même.

Une goutte d'Eau-forte étant mise sur une feuille, assez adroitement pour ne la pas ébranler, la Sensitive ne s'en apperçoit point, jusqu'à ce que l'Eau forte ait commencé à ronger la feuille; alors toutes celles du Rameau se ferment. La vapeur du Soufre brulant fait dans le moment cet effet sur un grand nombre de feuilles, selon qu'elles y sont plus ou moins exposées. La Plante ne paroît pas avoir souffert de cette expérience. Une Bouteille d'Esprit de Vitriol très sulfureux & très volatil, placée sous une Branche, n'a causé aucun mouvement. Il n'y en a eu non plus aucun, ni aucune altération à la Plante, quand les feuilles ont été frottées d'Esprit de Vin, ni même quand elles l'ont été d'Huile d'Amande douce, quoique cette Huile agisse si fortement sur plusieurs Plantes qu'elle les fait périr.

Un Rameau dont on avoit coupé, mais a-

vec la dextérité requise, les trois quarts du diametre, ne laissa pas de faire sur le champ son jeu ordinaire, il se plia, ses feuilles se fermerent, & puis se rouvrirent, & il conserva dans la suite toute sa sensibilité. Il est pourtant difficile de concevoir qu'une si grande blessure ne lui ait point fait de mal.

La transpiration de la Plante empêchée ou diminuée par une Cloche de verre dont elle sera couverte, ne nuit point à son mouvement périodique.

Il est troublé, déréglé par le Vuide de la Machine Pneumatique, mais non pas anéanti, la Plante tombe en langueur, comme toute autre y tomberoit.

Voilà seulement les principaux phénomenes de la Sensitive. Il y en a peut-être d'autres aussi importans encore inconnus, mais quand on les connoîtra tous, les expliquera-t-on?

---

M. Marchant a lu la description Du *Petasites major & vulgaris*. C. B. Pin. 197. Petasite ou Herbe aux Teigneux.

Et du *Ranunculus fœniculaceis foliis, Hellebori nigri radice*. H. R. Monspel. *Helleborus niger tenuifolius Buphtalmi flore*. C. B. Pin. 186.

# GEOMETRIE.

## *SUR LA PRATIQUE DE MESURER PAR DES TRIANGLES* *

NOus avons déja beaucoup parlé de cette Pratique, à l'occasion de tous les travaux entrepris par l'Académie pour déterminer la grandeur & la figure de la Terre. Sur-tout en 1721 † nous sommes entrés dans les principaux détails de ce que demande la perfection de ces sortes d'opérations. Ici il s'agit d'une perfection encore plus grande, c'est le fruit des réflexions de M. Cassini de Thury dans les deux Voyages qu'il avoit déja faits avec M. son Père & quelques autres Académiciens, pour tirer par l'Observatoire de Paris une perpendiculaire à la Méridienne de Paris, & lorsqu'il se préparoit à aller tirer encore par Orléans une autre perpendiculaire à cette même Méridienne. Nous ne pouvons pas approfondir cette matiere autant qu'a fait M. de Thury, nous nous bornerons à un exemple où il entre plus de Théorie que de détail de Pratique.

Il faut prendre des Angles avec la plus grande justesse possible. Cela dépend de l'exactitude

* V. les M. p. 87. † p. 84. & suiv.

titude avec laquelle l'Instrument dont on se servira aura été divisé en degrés ou parties égales, car s'il n'y a pas entre ces parties une égalité parfaite, on se trompera en comptant pour Angles égaux ceux qui en auront un nombre égal, ou au contraire.

Pour voir si l'Instrument a cette exactitude requise, on prend à l'Horizon un nombre quelconque d'Angles qui en fassent le tour entier, si la somme des degrés de tous ces Angles, pris chacun en particulier, fait 360 juste, ou à très peu-près, on compte l'Instrument pour bien divisé, parce qu'en effet, quand il le sera bien, cela se trouvera. Mais cela peut se trouver aussi sans qu'il le soit; certaines divisions particuliéres, & par conséquent certains Angles seront trop grands précisément de la même quantité dont d'autres seront trop petits, la somme des Angles sera juste, & les Angles particuliers, qui sont cependant ceux dont il s'agissoit, ne le seront pas.

Mais ce n'est pas là le plus grand inconvénient, cette méthode suppose que tous ces Objets vus à l'Horizon, & dont on a pris les Angles, soient à la même hauteur sur l'Horizon, & c'est ce qui ne peut être que très rarement, & ce que même on ne sauroit pas. M. de Thury croit qu'on n'a pas fait assez d'attention à ce cas-là, & nous allons nous y arrêter uniquement.

Il a été dit en 1721 qu'une Méridienne, telle que celle qu'on a tracée dans toute l'étendue de la France, devoit être une ligne toujours horizontale, & par conséquent tous les Angles qu'on sera obligé de prendre sur des Objets

ou plus hauts ou plus bas que le Plan horizontal, devront être rapportés sur ce Plan, & ce ne seront pas les Angles *observés* au dessus ou au dessous de l'Horizon, mais les Angles *réduits* à l'Horison, dont les bases seront partie de la Ligne totale que l'on tracera. Si l'on conçoit un triangle *visuel*, dont l'angle du sommet étant à un point d'un plan Horizontal où est l'Observateur, les deux côtés qui le comprennent, vont aux sommets de deux Piramides, cet angle sera l'angle observé. Mais ce triangle visuel n'est pas dans le plan horizontal, & si l'on veut en avoir un qui y soit avec le moindre changement possible, il faut du même point où étoit l'Observateur, tirer deux lignes aux deux bases des Piramides, l'angle qu'elles comprendront sera le premier angle réduit à l'Horizon. Et en général les Objets observés étant au dessus de l'Horizon, ce seront les deux perpendiculaires tirées de ces Objets sur le plan horizontal, comme ici les Axes des deux Piramides, qui détermineront sur ce plan deux points d'où les lignes tirées au point où est l'Observateur comprendront l'angle réduit. Ce seroit parfaitement la même chose, si les Piramides étoient au dessous de l'Horizon, mais on les imagine plus naturellement au dessus.

Le Triangle visuel observé est, pour ainsi dire, tout en l'air par rapport au plan horizontal, & n'a de commun avec lui que le point d'où il part. Sa base est toujours la distance des deux Piramides entre elles. Supposons qu'elles soient d'une hauteur égale, mais indéterminée, & que le Triangle toujours

ter-

terminé à leurs sommets, s'éleve sur le plan horizontal, ses deux côtés croissant autant qu'il est nécessaire. Il est certain que puisqu'ils croissent, & que la base ou la distance des Piramides entre elles, est toujours la même, l'angle du sommet devient plus petit, ce qui paroîtra bien encore, en ce que si les Piramides étoient infiniment hautes, les deux côtés du Triangle seroient infinis aussi, & l'angle qu'ils prendroient, ou l'angle du sommet, n'ayant qu'une base finie, seroit infiniment petit. Or cet angle du sommet est l'angle observé qui varie toujours, & auquel répond toujours le même angle réduit, qui est entierement dans le plan horizontal, donc ici l'angle réduit sera toujours plus grand que l'angle observé.

Il est visible que cette conclusion est indépendante de l'éloignement de l'Observateur aux Objets, & de la distance des Piramides entre elles, & l'on pourroit s'en assûrer, si on vouloit, en portant ces grandeurs dans l'Infini. Il est visible aussi qu'il n'importe que les Objets observés soient élevés ou abbaissés par rapport au plan horizontal.

Mais il n'en est pas de même de leur égalité d'élévation ou d'abbaissement, on va voir quel changement elle apporte si elle cesse. Laissons une des Piramides infiniment haute, & que l'autre soit devenue nulle, ou un point du plan horizontal. Les deux lignes tirées de l'œil de l'Observateur, l'une à la Piramide nulle, l'autre à la base de l'infinie, feront un angle dont la base sera la distance finie des bases des deux Piramides, & par conséquent la distance

de l'Observateur aux bases des Piramides étant toujours finie aussi, cet angle sera fini. Or cet angle est l'angle réduit correspondant à l'angle observé, qui compris entre la Piramide nulle & le sommet de l'infinie, aura par conséquent pour un de ses côtés la ligne tirée dans le plan horizontal de l'Observateur à la Piramide nulle, & pour l'autre côté la ligne tirée du même point au sommet de la Piramide infinie. Selon la Géométrie de l'Infini, cette ligne est parallele à l'axe de cette Piramide, parce que la distance finie de l'Observateur à la base de la Piramide, qui seule empêche le parallelisme exact, n'est à compter pour rien par rapport à l'élévation. Donc l'angle observé est compris entre une ligne horizontale & une verticale, donc il est droit, & il est aisé de voir qu'il le sera toujours nécessairement, quel que soit l'angle réduit.

Donc en les comparant ensemble, on trouve que l'angle observé est plus petit que le réduit, si le réduit est obtus, égal si le réduit est droit, plus grand si le réduit est aigu. Et quand de l'hipothese présente où l'Infini entre, on passera dans le Fini, les deux angles différent d'autant plus entre eux que les hauteurs des Objets observés seront plus inégales.

Il n'en faut pas davantage pour le dessein que nous avons eu de donner précisément les principes généraux de la comparaison des angles observés & des réduits. Car leur différence entant que les observés sont ensuite réduits, ne vient que des hauteurs, & nullement de la distance de l'Observateur aux Objets, ni de

celle

celle des Objets entre eux, ces principes étant communs de part & d'autre.

On s'est donc trompé, ou plutôt on a cru pouvoir se tromper impunément, lorsque dans la pratique des Mesures par les triangles on a pris les Objets élevés ou abbaissés sur l'Horizon comme également élevés ou abbaissés. Il est vrai qu'il n'y a qu'une certaine différence d'élévation ou d'abbaissement qui puisse causer une érreur sensible, mais cette différence peut se rencontrer, & même de plus grandes. M. Thury a construit des Tables qui enseigneront pour chaque cas le péril que l'on court, l'erreur où l'on pourroit tomber, & si on est en droit de n'en pas tenir compte. Il lui en a couté de longs & d'ennuyeux Calculs, mais la précision rigoureuse devient tous les jours d'un plus grand prix.

---

CEtte année M. de Cury, dont nous avons déja parlé présenta à l'Académie un nouveau Mémoire de Géometrie. Euclide a dit que dans l'angle de contingence formé entre la Tangente d'un Cercle & sa circonférence, il ne pouvoit passer aucune droite, mais seulement des circonférences de Cercles plus grands que le donné. Il a été démontré dans les *Eléments de la Géométrie de l'Infini*, que c'étoit-là une erreur, & qu'il ne passoit réellement dans l'angle de contingence aucune circonférence de Cercle. Mais il restoit incertain si quelque autre circonférence de Courbe n'y pourroit pas passer, & M. de Cury a prouvé que

la proposition étoit absolument générale. L'Académie a jugé qu'il avoit une connoissance assez étendue des Principes de la Géométrie de l'Infini, & des Calculs qui s'y rapportent.

# ASTRONOMIE.

## *SUR LA DETERMINATION DE LA HAUTEUR DU POLE INDEPENDAMMENT DES REFRACTIONS.* *

TOUT le monde fait combien il est commun dans les recherches d'Astronomie que les hauteurs du Pole des lieux où l'on a observé, en soient un élément nécessaire, & combien les Réfractions empêchent que l'on n'en puisse avoir une connoissance exacte. Elles sont différentes en différens climats, inégales selon les différentes hauteurs des Objets sur l'Horizon, quelquefois selon les différentes heures du jour, quelquefois tout-à-fait irrégulieres. La méthode la plus naturelle pour la détermination de la hauteur du Pole, & c'est aussi presque la seule en usage, est de prendre les deux hauteurs Méridiennes de quelque Etoile *circompolaire*, dont la différence coupée par la moitié donneroit surement le point du Pole & sa hauteur sur l'Horizon, si ces deux hau-

* V. les M. p. 190

hauteurs de l'Etoile étoient les vrayes, mais elles ne le sont pas, elles sont toutes deux altérées par les Réfractions qui les font paroître trop grandes, & la moindre des deux encore plus augmentée, parce qu'elle est plus voisine de l'Horizon. Des observations faites au Zénit seroient certainement hors de la portée des Réfractions, & par cette raison M. Maraldi propose une Méthode qui ne demande que des observations de cette espece.

Les Azimuths sont de grands Cercles de la Sphere, qui partant tous du Zénit de chaque Lieu, comme les Méridiens partent du Pole du Monde, vont se réunir au Nadir. Le Méridien d'un Lieu quelconque est toujours un de ses Azimuths; du Zénit d'où il part jusqu'au Pole, il a un arc qui mesure la distance de ces deux points, & qui avec celui de la hauteur du Pole sur l'Horizon du Lieu, fait 90 degrés, & par conséquent est le complément de la hauteur du Pole.

Tout mouvement diurne des Astres se fait ou sur l'Equateur, ou sur un Parallele à l'Equateur, & il se fait toujours sur le même Cercle pendant 24 heures, du moins sensiblement.

Tout cercle parallele à l'Equateur coupe, comme fait l'Equateur, tous les Méridiens à angles droits, mais non pas les Azimuths, qui partent du Zénit, & non pas du Pole. On voit aisément que si le Pole est au Zénit, les Méridiens & les Azimuths sont les mêmes, & que les Paralleles coupent les Azimuths à angles droits, mais que ce n'est plus la même chose dès que le Pole & le Zénit sont deux points différens, les Azimuths sont différens des Mé-

ridiens, & les Paralleles s'inclinent aux Azimuths.

Donc une Etoile, qui décrivant son Parallele, passe d'un 1er Azimuth dans un 2d éloigné d'une distance quelconque, a fait cette partie de son cours dans un plan incliné aux deux Azimuths, donc en partant du 1er elle a fait un certain angle avec le plan de ce 1er.

Si le point de ce 1er Azimuth, d'où elle est partie, est le Zénit, & qu'on observe l'angle qu'elle fait avec le plan de cet Azimuth pour arriver en un certain tems déterminé à un 2d Azimuth ; si de plus on tire de ce nouveau point où elle est arrivée un arc de Méridien terminé au Pole, il fera sur l'arc décrit du Parallele un angle égal à celui qu'on vient d'observer sur le 1er Azimuth qui étoit aussi un Méridien, & qui avoit un arc égal compris depuis le Zénit jusqu'au Pole. Quant à l'angle que ces deux arcs de Méridiens font entre eux au Pole, il est mesuré par le tems connu que l'Etoile a employé à passer du 1er Azimuth sur le 2d, ce tems étant réduit à l'ordinaire en dégrés de l'Equateur ; donc il s'est formé ici un Triangle sphérique dont les trois angles seront connus, & par conséquent aussi les trois côtés, qui sont les deux arcs tirés des deux lieux de l'Etoile au Pole, & l'arc qu'elle a décrit sur son parallele. Or de ces deux premiers arcs l'un est la distance du Zénit au Pole & par conséquent le complément de la hauteur du Pole sur l'Horizon que l'on cherchoit, & l'autre est le complément de la déclinaison ou distance de l'Etoile à l'Equateur, qui vient comme par surérogation.

L'a-

L'avantage de cette Méthode est qu'il y a peu à observer, car les Astronomes ne craignent que le péril des observations, & ils sont en sureté quand ils n'ont plus que des calculs à faire. Ici il ne faut que le moment du passage de l'Etoile par le Zénit, & l'angle de sa route lorsqu'elle part de-là. La prémiere observation dépend de pratiques fort usitées dans l'Astronomie, & qui peuvent être poussées à une grande justesse; mais M. Maraldi avoue que la seconde demanderoit des Instrumens Azimuthaux d'une construction difficile & d'un usage fort rare.

On ne compte pas pour un si grand inconvénient d'avoir en peu de lieux des Etoiles qui passent par le Zénit, & des Etoiles au moins de la 3me grandeur, comme il les faudroit, la Géométrie auroit bien l'adresse d'y suppléer par quelques additions faites à l'opération, & M. Maraldi ne manque pas de les donner en cas de besoin dans tout le détail nécessaire, mais enfin toutes les défectuosités, toutes les difficultés pesées, il est aussi sûr de s'en tenir aux pratiques communes.

La Théorie de M. Maraldi * fit naître à M. de Mairan une autre idée différente, quoique prise dans le même fond. Il voulut trouver la hauteur du Pole par des opérations astronomiques où il n'auroit aucun égard aux Réfractions, qui cependant seroient bien réelles, & où il ne feroit aucune observation Azimuthale. Il demandoit seulement qu'il ne s'agît que de hauteurs au dessus de 25 ou 30 degrés.



* V. les M. p. 208.

Il suppose une Etoile qui passe par le Zénit. Il prend les deux hauteurs Méridiennes de l'Etoile Polaire, qui n'est proprement que circonpolaire sans tenir aucun compte des Réfractions, quelque grandes & inégales qu'elles puissent être. Le milieu entre ces deux hauteurs est le Pole *apparent*, dont on a la hauteur. Ensuite M. de Mairan qui a pris le moment où l'Etoile a passé par le Zénit, prend celui où elle est descendue vers l'Horizon à une hauteur qui soit la même que celle du Pole apparent. Il a par son observation le tems qu'elle a employé à passer du Zénit jusqu'à cette hauteur, & il est aisé de voir que de-là se forme, comme dans la Théorie de M. Maraldi, un Triangle Sphérique dont on connoît tous les angles & tous les côtés, & d'où l'on tire les mêmes conclusions. Mais il est vrai que l'on doit croire n'avoir encore que la hauteur apparente du Pole. De tout ce qu'on a déterminé, rien n'a été exempt de l'erreur des Réfractions que le seul passage de l'Etoile par le Zénit, tout le reste a été plongé dans les Réfractions, & d'autant plus que le Pole aura été plus bas, quoique toujours au dessus de 25 ou 30°.

Cette difficulté si frappante a donné occasion à M. de Mairan de faire, pour la justification de sa Méthode, une Remarque assez neuve & assez curieuse.

On a différentes Tables de Réfractions par lesquelles on corrige les hauteurs apparentes, & on les réduit aux réelles. Ces Tables sont de différens Astronomes, tous très habiles, elles sont construites ou sur des observations

immédiates, ou sur des hypothèses, & il y en a même de M. Cassini sur l'hypothèse que les Rayons toujours rompus dans l'Atmosphère y décrivent une Courbe, elles ont été faites en différens Pays, & par conséquent partent d'une Réfraction horizontale plus grande dans des Pays que dans d'autres, elles font décroître différemment les Réfractions depuis l'Horizon jusqu'au Zénit, cependant malgré tout cela M. de Mairan, qui s'est donné la peine d'en faire la recherche, a trouvé que toutes ces Tables s'accordent sur un article, c'est que toutes les hauteurs apparentes qu'on trouvera au dessus de 25 ou 30° pour un point moyen entre deux autres points éloignés seulement l'un de l'autre de 4 ou 5 degrés, seront les mêmes à $\frac{1}{2}''$ ou 1'' près au plus, que si, selon la Méthode présente, on avoit partagé également en deux l'intervalle entre les deux points extrêmes posés. Or l'Etoile polaire, dont M. de Mairan a pris les deux hauteurs Méridiennes, n'est présentement éloignée du Pole que de 2 degrés & quelques Secondes, & ses deux hauteurs ne sont guere éloignées l'une de l'autre que de 4°. Donc en prenant la moitié de cet intervalle, il a pris aussi surement la hauteur du Pole que s'il l'avoit corrigée par les Réfractions, & même par toutes les Tables des Réfractions. Il y a eu suffisamment égard en limitant son Problême à une hauteur plus grande que 25 ou 30°.

Une Etoile au Zénit, & telle qu'il la faudroit, est quelque chose de si rare, que la Méthode auroit peu d'usage si elle étoit assu-

 jettie

jettie à cette condition. M. de Mairan l'en délivre, en prenant une Etoile qui soit du moins à une distance du Zénit assez petite, & bien connue. Il observe en quel tems elle descend du Méridien à une hauteur égale à celle du Pole qu'il a trouvée, & de-là il conclut en quel tems y descendroit une Etoile qui seroit au Zénit. C'est sur cette Etoile feinte qu'il fait son calcul.

Cependant il paroît encore qu'il doit y avoir là de l'erreur. Les deux Triangles Sphériques formés l'un sur l'Etoile vraye, l'autre sur la feinte, ne sont pas absolument le même. Mais M. de Mairan prétend qu'ils différeront infiniment peu, & cela le conduit à des réflexions sur les Triangles Sphériques, qui n'avoient pas encore été faites, & que nous ne pouvons expliquer sans leur donner quelque étendue.

Un Triangle rectiligne, que l'on concevra équilatéral pour plus de facilité & de simplicité, a la grandeur de ses angles toujours la même, quelle que soit celle des côtés, fût-elle infinie ou infiniment petite. Ainsi si, par ses côtés connus on vouloit connoître ses angles, la plus grande erreur commise sur les côtés n'influeroit aucunemant sur les angles.

Il n'en va pas de même d'un Triangle Sphérique équilatéral. Le plus grand que l'on puisse concevoir, est celui dont les côtés seroient chacun des arcs circulaires de 120 degrés, & pris deux à deux, feroient entre eux des angles infiniment peu différens de 180, auquel cas la somme des 3 angles vaudroit

droit 540 ou 6 droits, & la somme des côtés vaudroit une circonférence entiere de Cercle, & en auroit la figure. Le Triangle Sphérique infiniment petit seroit formé de 3 côtés circulaires infiniment petits, c'est-à-dire, qu'il ne seroit que rectiligne, & par conséquent ses angles seroient chacun de 60, & leur somme vaudroit 2 droits. Donc dans le Triangle Sphérique équilatéral, les côtés & les angles varient sans cesse les uns par rapport aux autres dans toute l'étendue de l'Infini à l'Infiniment petit, & varient fort inégalement, puisque d'abord ils sont dans le rapport de 180 à 120, ou de 3 à 2, & enfin dans le rapport infini de 60 à 0.

Si l'on est un peu accoutumé à observer les variations des grandeurs géométriques, on sent qu'il peut y avoir au milieu de celle-ci *un plus grand*, un terme où les deux grandeurs arrivent à l'égalité, & où par conséquent leur variation deviendra contraire à ce qu'elle étoit, croissante si auparavant elle étoit décroissante, ou décroissante si elle étoit croissante. Il se trouve en effet très naturellement le Triangle fini équilatéral, tel qu'il seroit formé par deux arcs de Méridien pris chacun de 90° depuis l'Equateur jusqu'au Pole, & éloignés l'un de l'autre sur l'Equateur de 90°. On voit que les angles & les côtés y seroient de 90°. Donc depuis le plus grand Triangle Sphérique, qui tient de l'Infini jusqu'à celui-là, & depuis lui jusqu'à l'Infiniment petit, il a eu deux variations contraires. Or il est bien certain que dans la 2de variation, dont le dernier terme est un Trian-

gle qui a ses angles de 60° & ses côtés infiniment petits, la variation du rapport des angles aux côtés a dû être croissante, puisqu'enfin ce rapport se termine par être infini. Donc dans tout Triangle équilatéral sphérique fini plus petit que celui dont les angles & les côtés sont de 90°, les angles sont toujours d'autant plus grands par rapport aux côtés que le Triangle est plus petit. Nous n'avons pas besoin de parler de la 1re variation qui part de l'Infini, & seroit contraire.

Quand deux grandeurs sont telles qu'une grande augmentation de l'une n'emporte qu'une petite augmentation de l'autre; quand, par exemple, l'une augmentant de 10, l'autre n'augmente que de 4, il est évident que quand je me tromperai de 1 sur l'augmentation de 10, je ne me tromperai que de $\frac{4}{10}$ ou $\frac{2}{5}$ sur l'augmentation de 4, & plus la disproportion des augmentations sera grande, moins je me tromperai. C'est la même chose pour les diminutions. Donc dans les Triangles, dont les côtés diminuent beaucoup plus que les angles, une erreur sur les côtés peut être telle qu'elle n'influera pas sensiblement sur les angles.

M. de Mairan prouve qu'il est dans le cas où une erreur sur les côtés, qui est tout ce qu'il peut craindre, n'en produira qu'une insensible sur les angles, qui sont la détermination qu'il cherche, & tout cela bien établi, il se trouve que des Méthodes adroites peuvent braver impunément les Réfractions, que l'on avoit toujours crues si redoutables.

# SUR L'ACCORD DES DEUX LOIX DE KEPLER DANS LE SYSTEME DES TOURBILLONS. *

DEPUIS que les deux fameuses Loix de Képler ont paru, tous les Astronomes s'y sont soumis d'un consentement si unanime, & le Ciel même leur a obéi si exactement, qu'on peut dire, en abusant un peu du mot de Loix, que Képler est le plus grand Législateur que les Astres ayent jamais eu, & qu'il n'est plus permis de ne pas reconnoître son autorité. Un Systême sera faux dès qu'il jettera dans la révolte, & pour détruire absolument celui des Tourbillons, voici comment on a prouvé que ces deux Loix si inviolables n'y pouvoient subsister ensemble.

Nous avons déja beaucoup parlé de ces deux Loix dans plusieurs des Volumes précédens. La 1re établit le rapport que les distances des Planetes au Soleil ont à la durée de leurs révolutions autour du Soleil, où à la vitesse de ces révolutions, & s'applique aux Satellites à l'égard de leurs Planetes principales. La 2de règle les différentes vitesses d'une même Planete dans son Orbe selon ses différentes distances au Soleil. De la 1re il

* V. les M. p. 323.

il résulte nécessairement que les vîtesses de deux Planetes comparées ensemble, sont en raison renversée des racines quarrées de leurs distances au Soleil, c'est-à-dire, que si l'une en est, par exemple, à une distance 4 fois moindre, elle a 2 fois plus de vîtesse. Il résulte de la 2de Loi que les vîtesses d'une même Planete, en différens points de son Orbe, sont entre elles en raison renversée des distances de ces points au Soleil; si, par exemple, elle en étoit dans l'un 4 fois moins éloignée, elle y auroit 4 fois plus de vîtesse. C'est la même distance au Soleil que l'on prend dans ces deux Loix.

Il est possible qu'il y ait une Planete qui dans un point de son Orbe soit 4 fois moins éloignée du Soleil que dans un autre point, ce qui lui donnera 4 pour vîtesse, & qu'en même tems elle soit 4 fois moins éloignée du Soleil qu'une autre Planete, ce qui lui donneroit 2 pour vîtesse; or il ne se peut pas qu'elle ait en même tems ces deux vîtesses, & quoique dans le fait elles ne soient jamais si inégales, il suffit pour faire naître une très-grande difficulté, qu'elles ne soient pas parfaitement la même.

Cette difficulté, de la maniere que nous l'exposons ici, est absolue, c'est-à-dire, qu'elle tombe sur les Loix de Képler prises en elles-mêmes, & prouveroit qu'elles se contredisent. Mais la conciliation s'en fait dans le Systême Newtonien par les principes qui lui sont particuliers, par des attractions, & elle paroît impossible dans le Systême Cartésien, où les Planetes ne sont que des parties

visi-

visibles des grands Tourbillons fluides qui les emportent, & où il seroit souverainement absurde d'attribuer à une même masse fluide deux différentes vîtesses en même tems. C'est dans ce Systême Cartésien que M. Cassini a entrepris de concilier les deux Loix.

Il ne s'agit pas de distances au Soleil aussi différentes entre elles que les distances 1 & 4 que nous venons de donner en exemple pour rendre la chose plus sensible, & qui produiroient une vîtesse simple ou double. Il ne s'agit que de distances beaucoup moins différentes entre elles, comme seroient, si l'on veut; 19 & 20, ou 99 & 100, &c. enfin telles qu'il n'en résulte que de très petites différences de vîtesse; & réellement les différences des distances sont si petites, qu'on pourroit croire d'abord qu'elles ne sont pas bien sures, & qu'elles naîtroient des erreurs inévitables de l'observation Astronomique. Toute la difficulté seroit levée dans le moment.

Il n'y a point de mouvement céleste si bien connu que celui du Soleil, ou plutôt de la Terre. On a pour la Terre, mieux que pour toute autre Planete, toutes les connoissances que peuvent donner ses différentes vîtesses comparées à ses différentes distances au Soleil, M. Cassini en a fait le Calcul, & les résultats en sont très légers, cependant il avoue de bonne foi que ce seroit-là sauver un Systême par une espece de hazard heureux qui s'y rencontreroit, & pourroit aussi lui manquer, & qu'enfin il ne faut point tordre les faits pour les accommoder à des hypo-

 theses,

theses, mais bâtir les hypotheses sur les faits, tels qu'ils sont. M. Cassini se tourne donc d'un autre côté.

Le Tourbillon Solaire étant supposé parfaitement sphérique, on démontre, & nous l'avons déja dit *, que toutes ses parties ne peuvent être en équilibre entre elles, comme il faut nécessairement qu'elles y soient, si leurs vîtesses ne sont entre elles en raison renversée des racines quarrées de leurs distances au centre. La 1re Loi que Képler a trouvée presque par inspiration, & par une sagacité plus qu'humaine, n'est que cette même proposition en d'autres termes. Il n'y a point proprement d'autre vîtesse à considérer que celle-là dans le Tourbillon sphérique, car il est bien sûr qu'une Couche concentrique quelconque, ou un point qui circulera, aura toujours une vîtesse égale. La 2de Loi n'auroit pas lieu.

Mais si par quelque cause que ce soit, le Tourbillon cesse d'être sphérique, s'il est pressé inégalement par les Tourbillons qui l'environnent, & il est presque absolument impossible en Physique qu'il le soit jamais également, s'il prend une forme Elliptique, que l'on peut sans danger regarder comme réguliere, il est clair que n'ayant fait que céder à une violence étrangere, il conservera le plus qu'il se pourra de sa premiere forme, que l'inégalité de son grand axe au petit étant proprement l'effet de l'inégalité de la pression, ce sera aux deux extrémités du grand axe que cet effet sera le plus marqué, & la figure sphé-

* V. l'Hist. de 1728. p. 124. & suiv.

ſphérique plus altérée ; & que par conſéquent, les deux points oppoſés moyens entre ces extrémités, ſeront ceux qui retiendront le plus de ce qui appartenoit à la forme ſphérique, & qui même en retiendront tout, s'il ſe peut. Les diſtances de ces deux points au foyer de l'Ellipſe ſeront égales, comme elles l'étoient par rapport au centre dans un Cercle, & on les appellera diſtances *moyennes*, par oppoſition à celles des deux extrémités du grand axe au même foyer, qui ſeront la plus grande & la moindre poſſibles dans l'Ellipſe que l'on aura.

Donc la 1re Loi de Képler ſe conſervera dans les diſtances moyennes, & ce n'eſt que pour elles en effet, qu'elle a été donnée par lui, & reçue par tous les Aſtronomes. Elle ſervira toujours à comparer les vîteſſes qu'auront à leurs moyennes diſtances différentes Ellipſes concentriques du Tourbillon devenu Elliptique. Mais de plus, & c'eſt ce qui n'étoit pas dans le Sphérique, un même point a différentes vîteſſes en différens points de ſon Ellipſe, car le Soleil étant ou pouvant être réputé le principe de tout le mouvement du Tourbillon, puiſqu'il eſt ſûr que ce mouvement diminue & s'affoiblit toujours en s'éloignant de lui, un même point d'une Ellipſe toujours pendant ſa circulation inégalement éloigné du Soleil, doit toujours avoir une vîteſſe inégale. C'eſt pour cela que Képler a établi ſa 2de Loi, & l'on voit naturellement qu'elle n'a dû régler les vîteſſes que ſur la raiſon ſimple des diſtances, quoique la 1re Loi fondée ſur un autre principe qui étoit

l'équilibre, les ait réglées sur la raison des racines de ces distances.

La 1re Loi n'est précisément que pour les vîtesses de deux points de deux Ellipses différentes, pris l'un & l'autre aux moyennes distances de chacune de ces Ellipses, & la 2de Loi est pour les vîtesses d'un même point d'une Ellipse pris à différentes distances sur cette Ellipse. Et comme les distances moyennes sont du nombre des distances par où ce point passera dans sa circulation, il faut donc que dans la même circulation, il suive les deux Loix, & cela est très vrai, mais il ne les suivra toutes deux qu'aux moyennes distances. Si ce point dans sa plus grande distance ou Aphélie a la vîtesse 1, & doit avoir dans son Périhélie la vîtesse 4, il faudra bien qu'il passe par avoir la vîtesse 2; & puisque dans le cas de la 2de Loi où il est, ses distances extrêmes ont été 4 & 1, il aura la vîtesse 2 à la distance 2 qui sera la distance moyenne, ou à peu-près. Or cette vîtesse 2, qui est la racine de 4, on la lui auroit trouvée aussi en le comparant à un point d'une autre Ellipse dont la distance moyenne fût 4, la sienne étant 1 par rapport à elle. Cela se trouveroit dans une 2de Ellipse où la même grandeur que dans la 1re étant posée pour 1, la vîtesse à l'Aphélie seroit 1, celle au Périhélie 16, celle aux distances moyennes 8, car il est visible que 8 est à 2 comme 4 à 1.

Nous avons dit que dans la forme Sphérique du Tourbillon, la 2de Loi de Képler n'auroit pas lieu, c'est-à-dire, qu'il ne seroit pas nécessaire d'en établir une pour des vîtes-

ses toujours égales dans un même Cercle, mais elle y seroit réellement si l'on vouloit compter cette égalité perpetuelle pour un rapport. Alors les rayons d'un même Cercle ou les distances au centre seroient la mesure des vîtesses d'un même point autour du centre, & cette Loi s'accorderoit sans aucune peine avec la 1re., qui régleroit les vîtesses de deux points de différens Cercles, ces deux Loix seroient tellement d'accord qu'on ne songeroit pas à les accorder. Mais il survient un changement au Tourbillon, il est devenu Elliptique, qu'arrive-t-il en conséquence? Le Soleil est à un foyer au lieu qu'il étoit au centre, les distances au Soleil sont des lignes tirées à ce foyer, & non plus des rayons de Cercle, mais ces lignes ne régloient pas les vîtesses d'un même point, parce qu'elles étoient rayons de Cercle, mais parce qu'elles étoient des distances au Soleil, seulement elles rendoient les vîtesses égales parce qu'elles étoient rayons de Cercle; maintenant elles régleront donc encore les vîtesses d'un même point, mais elles les rendront inégales autant qu'elles le seront elles-mêmes. D'un autre côté, la forme Sphérique & ses propriétés ne se sont conservées que dans les moyennes distances, ce sera donc là que se conserveront les deux Loix ensemble telles qu'elles étoient dans la Sphere, & par conséquent la 1re Loi subsistera là en son entier, & là seulement.

Si l'on partoit des Observations, que je suppose qui auroient donné seules les deux Loix & fait voir que le Tourbillon étoit Ellipti-

que, & si on vouloit le concevoir Sphérique, on y retrouveroit les deux Loix telles que nous les avons exposées, on les prouveroit même par des raisonnemens démonstratifs, & par-là on verroit évidemment que ces Loix observées dans l'Elliptique, seroient les mêmes Loix démontrées dans le Sphérique, qu'elles s'accordent également dans l'un & dans l'autre, mais avec les modifications indispensables que la différence de figure produit. Je dis *indispensables*, car loin de les accorder ici par aucune probabilité, ce qui auroit cependant suffi, on ne les a accordées que par une nécessité tirée du fond des choses.

Il est peut-être inutile d'observer en finissant, que la 2de Loi de Képler est ordinairement exprimée en d'autres termes qu'elle ne l'a été ici. Elle porte que les tems employés par une Planete à décrire différens arcs de son Ellipse, sont entre eux comme les aires Elliptiques terminées par ces arcs, & nous avons toujours dit que les vitesses étoient en raison renversée des distances au foyer, mais on verra aisément que cette seconde expression plus simple revient à la premiere, même dans les changemens du Cercle en Ellipse, ou de l'Ellipse en Cercle.

Une grande objection, & des plus redoutables contre les Tourbillons Cartésiens, est que l'on voit des Cometes qui se meuvent contre la direction du mouvement de ces Tourbillons. M. Cassini a fait voir en 1730 *, par l'exem-

* p. 144. & suiv.

l'exemple d'une Comete qu'il observa, qu'elles pourroient, aussi bien que les Planetes, paroître quelquefois se mouvoir contre le Tourbillon, ou être retrogrades sans cesser jamais d'être directes. Par là le Vuide Newtonien seroit détruit, & le Plein Cartésien rétabli. M. Cassini a montré en 1735 *que les rotations des Corps célestes, fort différentes à ce qu'il paroît de la 1re Loi de Képler, s'y peuvent ramener. Enfin il montre ici l'accord des deux Loix de Képler sur un point où leur opposition sembloit manifeste. Il ne doit point être question ici de M. l'Abbé de Molieres, dont nous avons souvent parlé à l'occasion de tout ce qu'il a fait ou pour défendre ou pour affermir le Systême Cartésien, mais autant qu'on peut juger d'un avenir auquel les accidens de la fortune ont moins de part qu'à tout autre, la fin de la guerre pourroit être avantageuse à ce Systême.

## SUR LA CONJONCTION DE MERCURE AVEC LE SOLEIL,

### Le 11 Novembre. †

DEPUIS l'Epoque de 1631, si fameuse en Astronomie, parce que la Conjonction de Mercure avec le Soleil, ou, ce qui est la même chose, le passage de cette Planete sur le

* p. 58. & suiv. † V. les M. p. 510. & 521.

le disque du Soleil y fut observé pour la premiere fois par Gassendi, cette Conjonction, qui arriva le 11 Nov. 1736, fut la huitieme, de sorte qu'on en peut espérer à peu-près ce nombre dans chaque centaine d'années. Tout ce qui appartient à une Théorie générale en cette matiere, a été presque suffisamment traité dans les Histoires de 1706 *, de 1707 † & de 1723 ‡, nous y pouvons seulement ajoûter quelque chose, non sur la Théorie de ces Conjonctions prises en elles-mêmes, mais sur celle des différentes opérations qui peuvent servir à les observer, car il est fort possible qu'il y ait un choix à faire.

Quand Mercure passe devant le Soleil, il y paroît comme une Tache, & on peut déterminer sa position sur le Disque du Soleil comme on feroit celle d'une Tache fixe, soit par rapport à l'Ecliptique dont on connoit toujours la position sur ce Disque, soit par rapport à d'autres Cercles qu'on y aura conçus & déterminés. Mais cette position de Mercure n'est que celle d'un seul instant, puisque réellement il n'est pas fixe & il faut avoir celle d'un autre instant, qui à la rigueur suffiroit pour déterminer sur ce disque une ligne droite qu'on prendroit pour la route de Mercure dans le Soleil, mais il est visible qu'il sera plus sûr & plus avantageux d'avoir plus de deux points de la route de Mercure par observation, & qu'on ne peut même en avoir trop.

La seconde maniere de faire l'observation, est

* p. 133. & suiv. † p. 104. & suiv.
‡ p. 104. & suiv.

est de mesurer le mouvement de Mercure sur le disque, puisqu'effectivement il se meut; on prend la quantité de la ligne droite qu'il parcourt en un certain tems, on fait en gros la même chose que pour le passage du centre de la Lune devant le Soleil.

La 1re maniere consiste à regarder le mouvement de Mercure comme une quantité *discrete* formée de plusieurs points successifs, & l'autre à le regarder comme une quantité *continue*. Il paroît que les différentes manieres d'opérer en cette occasion, se réduiront à l'une ou l'autre de ces deux idées fondamentales.

Une observation du passage de Mercure devant le Soleil, est composée de plusieurs observations partiales, dans chacune desquelles on prend ou un point ou une petite ligne. Si l'on ne prend que des points, il faut pour chacun faire quelque changement à la position de la Lunette, aux fils, & cela demande du tems pour être fait avec l'attention & l'exactitude nécessaires; c'est un tems pendant lequel on n'observe point, & il en reste moins pour observer. Quand on prend de petites lignes, il y a moins d'intervalles d'une observation partiale à l'autre, moins de tems perdu, & l'on fait un plus grand nombre de ces observations partiales. Or il est clair que c'est-là un avantage. On en a vu un exemple dans l'endroit cité de 1723.

Plus le passage de Mercure dans le Soleil sera court, plus il sera à propos de choisir l'opération qui donne cet avantage.

Les hauteurs horizontales du centre du Soleil

leil & de Mercure seront alterées par la Réfraction, & le seront d'autant plus que ces hauteurs seront moindres. Une Méthode selon laquelle on prendroit le centre du Soleil & Mercure à la même élevation horizontale, seroit certainement préférable, puisqu'alors la Réfraction agissant également de part & d'autre, la différence entre les hauteurs vrayes seroit la même qu'entre les apparentes. Cet avantage sera d'autant plus grand que les deux Astres seront moins élevés au tems de la conjonction.

Il y a de plus des attentions à faire, qui sont communes à toutes les observations astronomiques.

Quand elles sont finies, ce ne sont que des faits que l'on a devant soi, & dont il reste à tirer des conséquences. Si ces faits sont conditionnés de maniere par le tour de l'observation, que les conséquences en naissent sans beaucoup de calcul, sans qu'il soit besoin d'employer une longue suite de raisonnemens, la méthode qu'on aura prise pour observer en sera d'autant meilleure. Ainsi une méthode d'observer qui, comme on l'a vu en 1723, ne donneroit immédiatement que les Azimuts & les Almicantaraths d'un Astre, en sorte qu'il faudroit ensuite en tirer par le calcul ses Ascensions droites & ses Déclinaisons, pour arriver enfin aux Longitudes & aux Latitudes qu'on cherchoit, ne seroit pas si bonne qu'une autre méthode d'observer qui auroit donné immédiatement les Ascensions droites & les Déclinaisons.

Dans les calculs que l'on fait sur les fondemens

mens de l'obſervation, il entre néceſſairement des *élémens* étrangers, pour ainſi dire, des grandeurs que l'on ſuppoſe connues d'ailleurs, telles que l'Aſcenſion droite du Soleil, ſa Déclinaiſon, l'obliquité de l'Ecliptique, &c. Il eſt bon de n'employer de ces élémens que le moins que l'on peut, ſur-tout s'ils ne ſont pas bien inconteſtables, comme le degré précis de l'obliquité de l'Ecliptique, une hauteur de Pole, &c.

Voilà les principes les plus conſiderables ſur leſquels peuvent être fondés les avantages ou les deſavantages des différentes méthodes d'obſerver, & par conſéquent les comparaiſons qu'on fera des unes aux autres. On juge bien que tout le bon ou tout le mauvais ne ſe trouvera jamais d'un ſeul côté, & qu'il y aura un mélange perpetuel des deux. Mais lequel l'emportera dans chaque combinaiſon? Il ſeroit bien difficile, & peut-être impoſſible de le décider, & il paroît que le bon parti eſt d'eſſayer de tout. Tandis que M. Caſſini obſervoit la conjonction de Mercure ſelon la Méthode que nous avons appellée la 1re, M. de Thury ſon fils, l'obſervoit ſelon la 2de, non qu'il la jugeât préférable, mais parce qu'il vouloit l'éprouver.

M. Grandjean de Fouchi prit une méthode différente de ces deux, & qui ſe rapporte à la 1re maniere. Il y a un certain intervalle de tems entre l'arrivée du bord ſupérieur du Soleil au fil horizontal d'une Lunette, & l'arrivée du bord inférieur à ce même fil. Cet intervalle de tems diviſé par la moitié, donne l'inſtant où le centre du Soleil eſt arrivé au fil hori-

rizontal. De même l'intervalle entre l'arrivée du bord Occidental ou *précédent* du Soleil au fil vertical, & l'arrivée de son bord Oriental ou *suivant* au même fil, étant partagé en deux, donne le moment de l'arrivée du centre du Soleil au fil vertical. D'un autre côté, on prend le moment du passage de Mercure, qui n'est guere qu'un point sensible, tant par le fil horizontal que par le fil vertical. On sait par une Règle connue quels espaces répondent aux tems dans les mouvemens célestes, & par conséquent, on a deux points de la route du centre du Soleil dans l'Ecliptique, & deux points de la route de Mercure sur le disque du Soleil, après quoi on recommence des observations de même nature pour avoir un plus grand nombre de points.

Cette méthode demande peu d'appareil d'Instrumens, peu de précautions. Il ne faut que deux fils qui se coupent à angles droits au centre de la Lunette, & il n'est point besoin d'en faire parcourir aucun par un Astre, ni qu'ils soient bien exactement dans la position horizontale ou verticale; seulement il est nécessaire que pour chaque observation partiale la Lunette soit bien ferme dans sa situation; il est aisé de voir les raisons de tout cela. On peut ajouter que comme il ne s'agit que de prendre des différences de tems, c'est assez de les prendre juste sans savoir par une Pendule bien règlée quel est véritablement le tems. Mais il paroît d'un autre côté que si l'observation est facile & expéditive, les calculs & les réductions où il faut ensuite s'engager, ne peuvent

vent pas aller si vîte. Les compensations dont nous avons parlé se retrouvent.

Selon les observations de M. Cassini l'immersion totale de Mercure dans le Soleil fut à $9^h 35'$ & son émersion totale à $17'$ après midi, sa conjonction en longitude à $11^h 15'$. Nous laissons les autres déterminations qui n'intéressent guere que les vrais Astronomes.

Dans la description de la route de Mercure par M. Cassini, il se trouve une chose qui peut d'abord surprendre, & sur laquelle nous avons cru qu'un peu d'éclaircissement ne seroit pas inutile. On tire du centre du Soleil une perpendiculaire sur la route de Mercure, & certainement le point où tombe cette perpendiculaire, est celui de toute la route où Mercure est le plus proche du centre du Soleil. Ce devroit donc être aussi celui où se feroit la conjonction de Mercure avec le Soleil, car qu'est-ce qu'une conjonction sinon la plus grande proximité possible? Cependant cela n'est pas, & voici ce qui arrive.

Les Cercles de Longitude qui sont à l'égard de l'Ecliptique ce que sont les Méridiens à l'égard de l'Equateur, étant conçus, nous ne pouvons voir le centre du Soleil & celui de Mercure conjoints en longitude, que quand nous les voyons en même tems sur le même de ces Cercles, & ce n'est que là où nous les voyons conjoints, quelque distance qu'il y ait d'ailleurs entre eux, mesurée par l'arc intercepté de leur Cercle commun de longitude; cette distance sera la latitude de Mercure, ou sa distance à l'Ecliptique où le centre

tre du Soleil est toujours. Maintenant si l'Orbite de Mercure étoit parallele à l'Ecliptique, & que par conséquent elle coupât à angles droits tous les Cercles de longitude, il est certain que la distance où les deux centres du Soleil & de Mercure seroient vus à l'égard l'un de l'autre sur leur Cercle commun de longitude, seroit la moindre possible, ou la moindre latitude de Mercure, & que jamais le centre de Mercure ne pourroit être plus proche de celui du Soleil que dans l'instant de leur conjonction en longitude. Mais l'Orbite de Mercure n'est pas parallele à l'Ecliptique, & puisqu'elle sera par conséquent oblique aux Cercles de longitude, il est aisé de concevoir qu'elle les coupera de façon à ne s'approcher le plus près du centre du Soleil que dans un point qui n'appartiendra plus au Cercle où se fait la conjonction.

Plus l'Ecliptique & l'Orbite de Mercure seront éloignées du parellélisme, ou, ce qui est la même chose, plus l'angle qu'elles feront ensemble sera grand, plus le point où se fera la conjonction en longitude & celui où le centre de Mercure sera le plus proche du centre du Soleil, seront deux points éloignés l'un de l'autre. L'Orbite de Mercure est entre toutes les Orbites Planétaires celle qui fait le plus grand angle avec l'Ecliptique, cet angle est de plus de 7 degrés.

L'instant de la plus grande proximité de Mercure au centre du Soleil ne sera donc pas le même que celui de la conjonction en longitude, mais il le précédera, ou le suivra; le précédera, si, quand l'Orbite de Mercure coupe

le

le Cercle où se fait la conjonction, elle va en s'éloignant du centre du Soleil ; le suivra, si c'est le contraire.

Dans le tems de cette Observation, il y avoit des taches dans le Soleil, Mercure étoit plus petit qu'aucune d'entr'elles. Il en différoit encore par être plus rond, plus noir, & mieux terminé, car on sait qu'elles sont environnées d'une espece de nebulosité confuse, inégalement dense & de figure irréguliére : cela confirme le soupçon qu'on avoit déja que Mercure est sans Atmosphere. Ce qu'on pourra découvrir de phisique dans la connoissance des Corps célestes, ne viendra que bien léntement.

## SUR UNE NOUVELLE PERPENDICULAIRE A LA MERIDIENNE DE PARIS.*

On a vu en 1733 † le travail entrepris par l'Académie pour tracer de Paris jusqu'à la Mer une Perpendiculaire à la Méridienne de Paris, en 1734 ‡ la continuation de cette même Perpendiculaire vers l'Orient, de Paris jujqu'à Strasbourg, & en 1735 ‡ une autre Perpendiculaire à cette même Méridienne tirée par Orléans vers l'Occident. On ne jugea point assez important d'achever cette derniere Perpendiculaire en la continuant d'Orléans vers l'O-

* V. les M. p. 450. † p. 79. & suiv.
‡ p. 102. & suiv. ‡ p. 79. & suiv.

l'Orient, mais on crut qu'il le seroit davantage d'en faire une nouvelle aussi éloignée à peu-près de Paris vers le Nord que celle-ci l'étoit vers le Midi, & qui n'allât comme elle qu'à l'Occident, parce que la Mer y est, & que de toute l'étendue de la France ce sont ses Côtes qu'il est le plus nécessaire de bien connoître.

D'ailleurs en suivant ce nouveau dessein, on devoit quelquefois, & l'on pouvoit souvent, pourvu qu'on se détournât, se retrouver dans des lieux déja déterminés par les opérations soit de 1733, soit de 1735, & c'étoit une occasion d'en reconnoître ou l'exactitude ou les erreurs.

Aussi M[rs] de Thury & Maraldi, qui s'engagerent à ce travail, s'y préparerent-ils par de nouvelles réflexions, par une espece de revue générale sur les Méthodes, & par quelques réformes des Instrumens. Ils résolurent, par exemple, de n'admettre jamais dans leurs Triangles aucun angle tiré par conclusion géométrique, mais seulement tous les trois angles connus par observation actuelle. Nous avons déja rapporté ci-dessus * un autre fruit des réflexions de M. de Thury.

Les deux Académiciens commencerent à Sourdon, 5 lieues en deça d'Amiens, à tirer leur Perpendiculaire à la Méridienne de Paris, & ils la pousserent jusqu'à la Mer. De-là ils suivirent la Côte vers le Nord jusqu'à l'extrémité de la domination de France, & revinrent sur leurs pas pour opérer sur la Côte de

* p. 110.

de Picardie, de Normandie & de Bretagne jusqu'à Brest.

Quand ils se trouverent dans des lieux par où avoient déja passé les opérations des années précédentes, ils ne manquerent pas de les vérifier, en y comparant ce qui résultoit des leurs. Presque toujours la comparaison confirmoit les unes & les autres, si ce n'est que l'on veuille compter pour une grande différence celle de 80 toises qui se trouva entre les deux calculs sur la distance de Brest à la Méridienne de Paris, distance qui est de 260000, & dont 80 n'est que la 3000me partie. De plus elle n'a été trouvée que par une Suite de 50 Triangles. Mais enfin on n'a rien voulu dissimuler.

M. de Thury raconte que quand la ligne qu'ils suivoient, les jettoit dans de grandes Forêts où ils n'avoient aucuns objets à saisir que des sommets d'Arbres qu'il étoit impossible de discerner les uns d'avec les autres, ils ont eu recours à l'expédient de faire construire de grands Echafauts de plus de 100 pieds de hauteur qui leur donnoient de nouveaux objets plus pratiquables. Ces édifices hardis demandoient que ceux qui s'en servoient, le fussent aussi.

---

NOus renvoyons entierement aux Mémoires.

* L'Ecrit de M. Clairaut sur la Mesure de la Terre par plusieurs Arcs de Méridien pris à différentes Latitudes.



* V. les M. p. 153.

[a] L'Obſervation de l'Eclipſe Lunaire du 26 & 27 Mars par M. Caſſini.

[b] L'Ecrit de M. de Thury ſur les précautions néceſſaires pour obſerver exactement les hauteurs des Etoiles.

[c] L'Ecrit de M. Pitot ſur une Queſtion Aſtronomique utile à la Navigation.

[d] L'Obſervation de l'Eclipſe de Lune du 26 Mars par Mrs le Monnier.

[e] L'Ecrit de M. de Maupertuis ſur la figure de la Terre.

[f] L'Obſervation du paſſage de Mercure ſur le Soleil par M. Maraldi.

[g] Une Méthode de M. de Maupertuis pour trouver la déclinaiſon des Etoiles.

[h] L'Ecrit de M. Bouguer ſur la figure de la Terre.

# MECHANIQUE.

## *SUR QUELQUES PROBLEMES DE DYNAMIQUE PAR RAPPORT AUX TRACTIONS.* [i]

LEs mouvemens d'un ou de pluſieurs Corps tirés par des Cordes, ſont un des principaux Objets de la *Dynamique* ou Science des For-

a V. les M. p. 253. b p. 281. c p. 354. d p. 361. e p. 415. f p. 467. g p. 512. h p. 602.
i V. les M. p. 1.

Forces. Nous en avons donné en 1711 * un échantillon qui a rapport à ce que nous allons exposer ici.

Il s'agissoit de la Courbe décrite par un Bateau, que tire avec une Corde d'une longueur déterminée & constante, un Homme qui marche d'un pas égal sur un rivage parfaitement droit & qui va toujours sur le bord. Il se trouvoit que cette Courbe étoit Asimptotique; qu'elle avoit pour Asimptote ou pour Axe le rivage où elle n'arrivoit jamais, & que dans tous ses points sa Tangente, qui étoit la Corde, étoit toujours la même, propriété unique. On l'appelloit *Tractrice* ou *Tractoire.*

Il s'éleva dans l'Académie quelque contestation au sujet d'une Courbe qui pouvoit paroître une Tractoire, & de la même espece que celle dont on vient de parler, & M. Clairaut, qui soutenoit qu'elle n'en étoit pas, fut obligé à approfondir cette matiere plus que l'on n'avoit encore fait.

Dans le cas du Bateau tiré, si la force qui le tire n'est que celle qui est nécessaire pour surmonter la résistance de l'eau, elle se consume toute entiere par cet effort. Le Bateau n'a fait dans le premier instant que changer un peu de place, mais il n'a acquis aucune vîtesse qui le fît aller plus loin, s'il étoit abandonné subitement par la force motrice, car il n'a pu que surmonter dans cet instant la résistance de l'eau. Dans l'instant suivant la force recommence à surmonter cette résistance, elle renaît & n'agit que comme elle a fait précisément dans le prémier; ainsi tous les ins-



* p. 75. & suiv.

tans ne sont absolument que le prémier répété, ils ne tirent aucun avantage d'avoir été précédés par d'autres. La Tractrice de 1711 a été concue dans cette supposition, qui à la vérité n'étoit que tacite, parce qu'elle est fort naturelle.

Mais si la force qui tire, excede celle de la résistance de l'eau, c'est autre chose. Je suppose, pour plus de facilité, que je marche sur une ligne droite, en tirant après moi avec une Corde un Corps qui est sur un plan horizontal. Si je n'ai fait que surmonter à chaque instant, comme il vient d'être dit, les frottemens du Corps contre ce plan, il est clair que si je m'arrête tout à-coup, le Corps s'arrêtera aussi. Mais si ce plan étoit assez poli pour ne faire aucune résistance au mouvement du Corps, ce Corps aura acquis un certain dégré de vîtesse qu'il conservera lors même que je cesserai de le tirer, puisqu'il n'aura pas perdu à chaque instant celle que je lui imprimois. Mais quel mouvement prendra-t-il, & quelle en sera la direction? Il ne peut plus que décrire un arc circulaire plus ou moins grand selon sa vitesse acquise, & le centre de cet arc sera le point où je me suis arrêté sur la ligne droite que je parcourois, & le rayon sera la Corde qui tiroit.

Que si, au-lieu de m'arrêter, j'avois toujours poursuivi mon chemin, ce Corps n'en auroit pas moins eu une vîtesse acquise correspondante à chaque pas que j'eusse fait, & propre par elle-même à lui faire décrire un certain arc circulaire; mais à cause de mon mouvement toujours en ligne droite, il auroit pris aussi

à

à chaque instant un mouvement dont la direction eût été en ligne droite, & par conséquent il auroit eu toujours un mouvement composé du droit & du circulaire. Il est visible que si au-lieu de supposer le plan horizontal poli, je le suppose raboteux, mais que je tire avec une force supérieure à celle des frottemens, cela reviendra au même.

Voilà donc deux manieres essentiellement différentes dont une Tractoire peut être formée, & elles viennent de la différence des forces. On a établi assez amplement dans les *Elémens de la Géométrie de l'Infini*, ce que c'est que Force *simplement* motrice, & Force accélératrice. Ici, si le plan où se fait la Traction n'est pas poli, la force qui n'est qu'égale à la résistance des frottemens, est simplement motrice à chaque instant, & ne produit qu'un mouvement simple & droit; si le plan est poli, elle est accélératrice, & produit un mouvement composé du droit & du circulaire. Il est certain que dans le prémier cas la Courbe décrite est la Tractrice de 1711, mais l'est-elle encore dans le second? Non sans doute, n'y eût-il que la seule raison suivante. Dans cette Courbe la Corde est à chaque instant un rayon dont l'extrémité qui porte le Corps tiré, tend à décrire un arc circulaire, & en décrit actuellement un qui tient au moins du circulaire, & est un petit côté de la Courbe, le centre de cet arc est nécessairement au dedans de la Courbe, & enfermé dans sa concavité, donc la Corde y est enfermée aussi. Donc elle n'en peut pas être la Tangente perpetuelle, comme elle l'est de la Tractrice de 1711.

Il est vrai que le 1er côté de la Courbe du 2d cas ne peut être que le même que le 1er de la Tractrice de 1711, ce qui vient manifestement de ce que dans le 1er instant la force ne peut être que simplement motrice de part & d'autre, mais au 2d instant la force est encore simplement motrice d'un côté, & de l'autre elle est déja devenue accélératrice. Ce n'est qu'à ce 2d instant que peut commencer dans la Courbe du 2d cas la composition du mouvement droit & du circulaire.

Par cette composition il saute aux yeux que cette Courbe doit être une Cycloïde, comme le prétend M. Clairaut. On voit assez combien la Cycloïde est différente de la Tractrice, qui a un cours infini, une Asimptote, une Tangente constante, &c.

Une singularité de la Cycloïde, c'est que posée sur sa Base où elle a été formée par le roulement entier du Cercle générateur, elle commence & finit par avoir une courbure infinie, c'est-à-dire, selon le Livre des *Elémens*, &c. déja cité, un 1er côté & un dernier infiniment petits du 2d ordre. Or cela se trouve ici dans la Tractoire du 2d cas, où la force n'étant que simplement motrice dans le 1er instant elle ne peut faire décrire à un Corps qu'un espace infiniment petit du 2d ordre dans un instant infiniment petit du 1er, ce qui a été démontré dans ce même Livre. Nous verrons bientôt ce qui doit arriver au dernier côté.

Puisque la courbure de la Cycloïde est infinie à son 1er côté, elle doit aller ensuite en diminuant, c'est-à-dire, que ses côtés devenus du 1er ordre croîtront; & ils le doivent

en

en effet dans cette Tractoire, où la vîtesse que le Corps tiré acquiert par la continuation de la Traction augmente toujours, & où par conséquent ce Corps parcourt ou décrit toujours de plus grands espaces en des instans égaux.

La raison qui fait croître ces espaces ou côtés de la Courbe, semble exiger qu'ils croissent toujours à l'infini, car en tirant un Corps je marche toujours à l'infini sur la même droite, & du même sens, & le Corps acquiert toujours de nouveaux degrés de vîtesse. Cependant si la Tractoire que je fais décrire au Corps est une Cycloïde, il ne pourra décrire des espaces ou côtés croissans que jusqu'au milieu de cette Cycloïde, jusqu'au point où elle sera parallele à la Base, après quoi les côtés sont nécessairement décroissans. Comment cela s'accorde-t-il?

La droite sur laquelle je marche est parallele à la Base de la Cycloïde & coupe la Cycloïde en deux points. La distance des deux droites paralleles est la longueur de ma Corde. Au 1er instant de la Traction le Corps est posé à l'extrémité de la Base de la Cycloïde, & je tire perpendiculairement à cette Base; alors se forme le 1er côté de la Cycloïde par cette 1re Traction qui est hors de la Cycloïde, & en est Tangente. Au 2d instant je marche d'Occident en Orient, par exemple, laissant un peu après moi vers l'Occident le Corps qui au 1er instant n'étoit ni plus ni moins Occidental que moi, je ne puis donc plus le tirer que d'Occident en Orient, & je continue toujours ainsi de suite jusqu'à l'instant

où le Corps arrivé précisément au milieu de la Cycloïde, est précisément aussi Oriental que moi, c'est-là où est le plus grand côté de la Cycloïde; après cela je continue à marcher d'Occident en Orient, mais le Corps qui ayant été d'abord plus Occidental ou moins Oriental que moi, est devenu aussi Oriental, ne peut plus que l'être davantage, & toujours davantage, & je ne puis plus que le tirer d'Orient en Occident, direction contraire à celle que ma traction avoit auparavant. Ainsi dans toute la 2de moitié de la Cycloïde, la nouvelle vîtesse acquise détruit toute celle qui avoit été acquise dans la 1re moitié, & cela en repassant par les mêmes degrés dans un ordre renversé, & enfin à l'extrémité de la Cycloïde le Corps se retrouve tel qu'il étoit à l'origine, c'est-à-dire, sans aucune vîtesse. Si je continue de marcher sur la même ligne droite, le Corps recommence à décrire une Cycloïde égale & semblable à la premiere, & toujours ainsi de suite à l'infini. Il faut qu'une Tractoire quelconque soit d'un cours infini aussi-bien que celle de 1711, & sans cette explication, on auroit eu de la peine à comprendre comment la Cycloïde en pouvoit être une, & sur-tout comment la vîtesse ne s'accumuloit pas à l'infini. Sur les plans non polis elle périt à chaque instant infiniment petit, & renaît dans le suivant; sur les plans polis elle ne périt qu'après un tems fini, renaît ensuite, &c.

Nous avons conçu jusqu'ici que la Traction commençoit par être perpendiculaire à la ligne de *progression*, sur laquelle marche la puis-

puissance qui tire. En ce cas la Courbe décrite est la Cycloïde ordinaire où le mouvement droit & le circulaire qui la forment sont égaux. Car ils le sont toujours dans la description de cette Courbe, s'ils le sont une fois; or ils le sont à l'origine de celle-ci. La 1re ligne de traction & la 2de qui vient après un pas infiniment petit de la Puissance, font entre elles un angle dont la base est le pas ou mouvement droit de la Puissance, & en même tems l'arc circulaire infiniment petit, qui mesureroit ce qu'il y a de circulaire dans le mouvement total. Donc les deux mouvemens composans seront égaux dans toute la Cycloïde.

Ce ne seroit plus la même chose si la 1re ligne de traction étoit oblique à la ligne de progression. La 2de ligne de traction feroit bien avec la 1re un angle dont la base seroit encore le même pas de la Puissance, mais la mesure de cet angle qui seroit nécessairement plus petit que dans l'autre cas, seroit aussi un plus petit arc, & par conséquent le mouvement droit seroit plus grand que le circulaire, & il en résulteroit une Cycloïde allongée.

On pourroit même avec une 1re traction perpendiculaire avoir encore une Cycloïde allongée, pourvu qu'on supposât que le Corps tiré avoit par lui même un mouvement selon une droite parallele à la ligne de progression.

Et si au lieu de ce mouvement droit on lui en supposoit un circulaire, il est clair que la Cycloïde seroit accourcie.

Ce ne sont là que les fondemens sur lesquels

M.

M. Clairaut s'éleve à des Problêmes plus composés. Il cherche quelles Courbes on décriroit en tirant plusieurs Corps liés ensemble par une même Corde, qui auroient par eux-mêmes des mouvemens particuliers, qui ne seroient point sur des plans Horizontaux, &c. Mais ceux qui aiment les difficultés & les finesses du Calcul Géométrique, méritent bien qu'on leur réserve quelque chose qui ne soit que pour eux.

## *SUR LA VIS D'ARCHIMEDE**

CETTE Vis est une des plus anciennes & des plus ingénieuses Machines que l'on connoisse, & elle seroit digne du grand nom qu'elle porte, quand même Archimede n'en seroit pas véritablement l'inventeur. L'effet en est de faire monter de l'Eau, qui cependant descendra toujours réellement, & de la faire monter parce qu'elle descendra toujours. Il n'y a point là d'équivoque d'idées, ni d'abus de termes. Le Problême ainsi proposé, auroit dû paroître embarrassant & paradoxe, & quoiqu'il soit à présent bien résolu & bien connu, il n'a peut-être pas encore été ni assez approfondi ni assez expliqué.

Que l'on conçoive qu'une Vis soit un Canal flexible roulé autour d'un Cylindre depuis un bout jusqu'à l'autre. Ce Canal sera une Spirale ou Hélice, dont on suppose que tous les

* V. les M. p. 238.

les intervalles des *Spires* ou pas de Vis sont égaux. Le Cylindre étant posé verticalement, si l'on met dans le Canal roulé une Boule pesante qui puisse s'y mouvoir librement, il est certain qu'elle en suivra tous les tours depuis le haut jusqu'en bas, & descendra toujours & autant qu'elle eût fait si elle fût tombée en droite ligne le long de l'axe du Cylindre; seulement elle fût tombée alors en moins de tems. Si le Cylindre est posé horizontalement, on peut encore mettre la Boule dans le Canal par son ouverture, elle descendra en suivant la direction de la prémiere demi-spire, mais dès qu'elle sera arrivée au point le plus bas de cette portion du Canal, elle s'y arrêtera. Il faut remarquer que quoique sa pesanteur n'ait eu d'autre effet que de la faire descendre dans la demi-spire, la position oblique de ce petit canal par rapport à l'Horizon a été cause que la Boule en descendant toujours, a toujours avancé de l'extrémité du Cylindre d'où elle étoit partie vers l'autre extrémité.

Il est impossible qu'elle avance davantage vers cette extrémité, qu'on peut nommer la 2de, si le Cylindre posé horizontalement demeure toujours immobile. Mais si lorsque la Boule est arrivée au bas de la prémiere demi-spire, on fait tourner le Cylindre sur son axe sans changer sa position, & de maniere que le point le plus bas de la demi-spire, sur lequel pesoit la Boule, vienne à s'élever, alors la Boule tombe nécessairement de ce point-là sur celui qui lui succede, & qui devient le plus bas; mais ce second point étoit un point

plus

plus avancé vers la 2de extrémité du Cylindre, donc par cette nouvelle chute la Boule se sera avancée vers cette extrémité, & toujours ainsi de suite, de sorte qu'elle y arrivera à la fin en tombant toujours, le Cylindre continuant toujours de tourner.

La Boule en tombant toujours a avancé d'une ligne droite égale à l'axe du Cylindre, & cette ligne est horizontale, parce que le Cylindre est posé horizontalement. Mais s'il avoit été oblique à l'horizon, & je suppose qu'il tourne toujours & du même sens, il est aisé de voir que la Boule partie du bas du Canal, & arrivée par sa seule pesanteur au point le plus bas de la prémiere demi-spire, auroit été, comme dans le cas précédent, abandonnée par ce point qui se seroit élevé, & jettée sur le point suivant qui auroit pris sa place. Or ce point suivant étoit plus avancé vers la 2de extrémité du Cylindre plus élevée que celle d'où la Boule étoit partie; donc la Boule en tombant toujours par sa pesanteur se seroit toujours élevée en vertu de la rotation du Cylindre. Elle se seroit toujours avancée d'une extrémité vers l'autre de toute la longueur de l'axe, mais elle ne se seroit élevée que de la hauteur verticale déterminée par l'obliquité de la position du Cylindre.

A la place de la Boule, il ne faut qu'imaginer de l'Eau qui a été puisée par l'ouverture inférieure du Canal plongée dans un Réservoir. Cette eau est tombée d'abord dans le Canal par sa seule pesanteur, le Cylindre a tourné, & par sa rotation continuée l'Eau en avançant toujours dans le Canal qui monte s'éleve

s'éleve jusqu'à son ouverture supérieure par où elle sort. Voilà le jeu de la Vis d'Archiméde que M. Pitot s'est proposé d'examiner. Il y a cependant une différence entre l'Eau & la Boule, c'est que l'Eau est un fluide qui étant tombé d'abord dans le Canal par sa seule pesanteur, y remonte aussi par cette seule cause jusqu'au point du niveau. Il suffit de considérer cette prémiere quantité d'eau entrée dans le Canal indépendamment de la rotation jusqu'à l'ouverture supérieure du Canal, quoique de nouvelle eau ne lui succedât pas incessamment. Il est clair que la quantité totale de l'Eau élevée par la Vis en un certain tems ne sera que cette prémiere quantité répétée un certain nombre de fois, & c'est là la principale & la plus importante des déterminations que M. Pitot a faites sur ce sujet.

L'Hélice ou Spirale formée du Canal qui tourne autour du Cylindre est composée de différentes Spires dont la longueur dépend de la grosseur du Cylindre, & qui sont toutes égales & semblables entr'elles quand on a supposé, comme ici, leurs intervalles égaux. Ainsi il est bien sûr que pour avoir la quantité totale d'Eau élevée par la Vis, il ne faudra que savoir si la prémiere Spire ou quelle portion déterminée de cette Spire a été remplie par la prémiere eau entrée naturellement dans le Canal, & multiplier ensuite cette grandeur par le nombre connu des Spires ou portions de Spires. M. Pitot appelle *arcs hydrophores* ces portions du Canal ou de la Courbe remplies d'eau, égales & semblables en-

entr'elles quand on les conçoit comme distinctes.

La grandeur d'un arc hydrophore dépend essentiellement de la courbure de l'Hélice. Il est évident que la quantité de la prémiere eau, qui entrera d'elle-même dans le Canal, sera plus petite quand ce Canal sera droit, que quand il sera courbe & contourné, mais on va le voir beaucoup plus particulierement en approfondissant la nature de l'Hélice de la Vis.

C'est une Courbe qui a autant de points d'infléxion que de demi-spires. Si je veux rouler un fil autour d'un Cylindre vertical depuis le bas jusqu'au haut, je puis faire que la prémiere demi-spire de ce fil, celle qui est posée sur la surface antérieure du Cylindre, tourne en embas ou la concavité ou la convexité de son arc; mais si c'est la concavité que je lui ai fait tourner en embas, il faudra, quand je ferai passer le fil à la surface postérieure du Cylindre, que le nouvel arc ait au contraire sa concavité tournée en enhaut; car s'il l'avoit encore tournée en embas, il redescendroit après avoir monté, & il doit monter toujours. On s'en convaincra aisément par un moment d'attention. Or quand une Courbe ayant tourné sa concavité ou sa convexité d'un côté, vient à la tourner du côté opposé, il y a là un point d'infléxion. Donc il y en a un quand le fil passe de la surface antérieure du Cylindre à la postérieure, c'est-à-dire, en général, après avoir fait une demi-spire, donc il y a autant de points d'infléxion que de demi-spires. Comme on sait que ces points

# MEMOIRES
## DE
## MATHEMATIQUE
## ET
## DE PHYSIQUE,

*TIRÉS DES REGISTRES*
*de l'Académie Royale des Sciences,*

De l'Année M. DCCXXXVI.

## *SOLUTION*
### *De quelques Problêmes de* DYNAMIQUE *.

Par M. CLAIRAUT. †

LA dispute qui a duré pendant plusieurs assemblées entre M. Fontaine & moi, au sujet de la *Tractoire*, m'a engagé aux recherches que je donne présentement.

On sait que cette Courbe se décrit sur un plan horizontal par un poids attaché à une des extrémités d'un fil, pendant qu'on tire l'autre

* Le Voyage de M. Clairaut au Nord a empêché que ce Mémoire fût imprimé dans l'année où il avoit dû l'être.

† 30 Avril 1735.

l'autre le long d'une ligne droite. La propriété de cette Courbe la plus essentielle, est que le fil la touche continuellement, ce que l'on comprend aisément pour peu que l'on fasse attention à la sorte de mouvement qu'a le corps traîné. On voit que la main qui tire le fil, ne lui donne jamais que la force qu'il faut pour vaincre le frottement du plan, de maniere que le corps peut être regardé à chaque instant comme en repos, & alors il décrit les petits côtés de la Courbe suivant la direction du fil qui le tire.

Je crois avoir démontré suffisamment que la Tractoire ne se décrit plus, lorsque le plan est parfaitement poli, ou lorsque la force que l'on employe pour tirer le corps est plus grande que celle qu'il faut pour vaincre seulement le frottement. Ma démonstration étoit fondée sur ce que dans ce cas le corps ayant acquis une fois une vîtesse par l'impulsion que le fil lui a donnée, il doit toujours en avoir une réelle & continue dans la Courbe qu'il décrit. Puisqu'il a une vîtesse, il faut qu'il ait une force centrifuge; s'il a une force centrifuge, il doit y avoir une force centripete qui en détruise l'effet: & comme dans le mouvement dont nous parlons, il n'y a d'autre force que celle du fil, il ne sauroit être tangent à la Courbe, mais il doit être du côté de la concavité, autrement la force centrifuge emporteroit le corps.

Après avoir démontré que la Courbe n'étoit plus une Tractoire, comme M. Fontaine le prétendoit, il étoit naturel de chercher ce qu'elle étoit. C'est à quoi je me suis appli-

qué.

qué. J'ai d'abord ſuppoſé, pour plus grande facilité, que la vîteſſe avec laquelle on tire le fil, eſt conſtante; je l'ai rendu enſuite variable, puis j'ai tiré le fil le long d'une courbe quelconque au-lieu d'une droite, & inſenſiblement cela m'a conduit à une plus grande recherche, car pour peu qu'on penſe à ce Problême, il en vient dans l'eſprit beaucoup d'autres de la même nature qui lui reſſemblent, & qui dépendent tous d'une même théorie ſur laquelle on a bien peu de choſes de connues.

Je donne dans ce Mémoire un aſſez grand nombre de ces Problêmes, & je tâche de les expliquer de maniere qu'on en tire de ſoi-même la Méthode générale pour réſoudre tous ceux de la même eſpece. Cela fait, pour ainſi dire, une Claſſe de Problêmes Phyſico-mathématiques, dont le but eſt de trouver les mouvemens qui arrivent à pluſieurs corps qui décriroient ou parcourroient certaines lignes, s'ils ſe mouvoient librement par de premieres impulſions données, ou par des forces accélératrices, comme la gravité, lorſque ces corps ſont liés enſemble par des fils, & qu'ils s'alterent réciproquement leurs mouvemens. Je n'examinerai dans ce Mémoire que les différentes Courbes qu'on peut décrire avec deux poids attachés à un fil, mais les Méthodes que je donnerai pourront s'appliquer auſſi à un plus grand nombre de corps.

## LEMME I.

* *Soient les droites* APpq & Mmn, *sur lesquelles on ait pris les parties infiniment petites* Pp & Mm, *de maniere que* PM & pm *soient égales, je dis que si l'on fait* pq=Pp, & mn =Mm, *l'angle que font ensemble les droites* pm, qn, *sera égal à l'angle des droites* PM & pm.

Pour le démontrer, qu'on mene *PQ* parallele à *pm*, & *mQ* parallele à *Pp*, l'angle *MPQ* sera égal à celui que font les droites *PM* & *pm*, & *MQ* sera la mesure de cet angle, à cause que *PM=pm=PQ*. Si l'on mene ensuite *PR* parallele & égale à *qn*, & *nR* parallele & égale à *Pq*, ces droites se rencontreront en *q* sur *MQ* prolongée au point *R* où *QR=MQ*, & l'angle *QPR* sera évidemment égal à l'angle fait entre les droites *pm* & *qn*. La question se réduit donc à démontrer que les angles *MPQ* & *QPR* sont égaux, ce qui est bien facile, puisque *MR*, qui est perpendiculaire à *PM*, & infiniment petite, peut passer pour un arc de cercle, qui étant divisé en deux au point *Q*, divise de même l'angle *MPR*.

## PROBLEME I.

† EPM *est un plan horizontal sur lequel on a tracé une rainure droite* EPp. *Dans cette rainure est le corps* P *auquel est attaché le corps* M *par*

* Fig. 1. † Fig. 2.

*par le fil ou la verge inflexible* PM. *On suppose que l'on fasse mouvoir le corps* P *dans sa rainure, de maniere que sa vîtesse soit constante. Le corps* M *qui sera obligé de le suivre à cause de l'inextensibilité de* PM, *décrira pendant ce mouvement une Courbe. On demande quelle en sera la nature. Pour rendre le Problême plus général, on supposera que le corps* M *ait eu au commencement de son mouvement une vîtesse & une direction quelconque.*

SOLUTION.

Supposons que le fil soit arrivé dans une situation quelconque *PM*, & que les corps *P* & *M* viennent de décrire pendant un instant les petites droites *Pp* & *Mm*. Dans un instant suivant, égal au premier, le corps *P* se trouvera en *q* où $pq = Pp$, puisque la vîtesse du corps *P* est constante. Mais le corps *M* se trouvera en quelque point *o* qu'il faut chercher pour placer le côté *mo* consécutif au côté *Mm* de la courbe demandée; pour le trouver, il faut faire attention que ce qui empêche le corps *M* de s'en aller en ligne droite, & de faire à chaque instant égal des droites égales *Mm* & *mn*, c'est l'action du fil sur ce corps, action produite par le mouvement du corps *P*, & qui se fait dans la direction du fil. On peut regarder cette action comme une force attractive du corps *P* sur *M*, qui s'appliqueroit à chaque instant, ainsi que toutes les forces accélératrices, & qui pourroit être représentée par quelque petite droite *mk* infiniment petite du second ordre. Donc si l'on

connoissoit cette petite droite *mk* qui exprimât l'action du fil, en faisant le parallelogramme *Kmno*, dont le côté *mn* seroit égal au côté *Mm*, la diagonale *mo* de ce parallelogramme seroit le second côté de la courbe demandée. Mais quelle que soit cette petite droite *mk*, puisqu'elle est un infiniment petit du second ordre, on peut regarder *no* comme étant pris sur la droite *qn*, parce qu'il n'en peut résulter qu'une erreur infiniment petite du troisieme ordre pour la longueur & la position de *mo*. Or si l'on peut regarder le second côté *mo* de la courbe comme venant se terminer sur la droite *qn*, que l'on fait être placée de maniere que $pq = Pp$ & $mn = Mm$, en remarquant de plus que le fil ne peut point s'allonger par l'hypothese, il faudra que *qo* soit égal à *pm* & à *PM*, & alors le Lemme précédent fournira une propriété fort remarquable de la courbe cherchée, c'est que pendant que le corps *P* marche d'une vîtesse uniforme, le fil *PM* fait des angles *EPM* avec la droite *AP* qui varient toujours de la même grandeur, puisque les angles compris entre les droites *PM*, *pm* & *qn*, sont égaux par le Lemme précédent. Cette propriété peut faire une description géométrique de la courbe fort facile, & en même tems capable d'en faire connoître la nature. Il faudra, pour décrire notre Courbe, faire marcher un Cercle, de façon que son centre *P* se meuve d'une vîtesse uniforme dans la droite *EPp*, pendant que son rayon *PM* marche avec une vîtesse uniforme aussi dans sa circonférence. Tout le monde reconnoîtra par cette description

tion la Cycloïde allongée ou raccourcie. Courbe bien différente de la Tractoire de M. Fontaine, qui ne se décrit que dans le cas où le corps *M* n'a jamais de vitesse continue, le frottement du plan detruisant toujours son mouvement à chaque instant.

Il est évident que pour déterminer entre toutes les Cycloïdes qui se décrivent par le mouvement du corps * *M*, celle que l'on doit avoir en prenant pour cas particulier certaines valeurs pour la vîtesse du corps *P*, pour celle du corps *M* au commencement du mouvement & pour l'angle *EDd* que fait la direction de sa premiere impulsion avec le fil, il ne faut que connoître la position du premier côté *Dd* que le corps *M* décrit pendant que le corps *P* parcourt la partie infiniment petite *Ee*, car on en tirera la valeur de l'angle que fait *DE* avec *ed*, & par conséquent le rapport de la vîtesse du corps *M* dans le cercle qu'il décrit autour du centre *P*, à la vîtesse de ce centre, ce qui donne la construction de la Cycloïde allongée ou raccourcie qui convient au cas que l'on s'est proposé.

Si l'on veut que le corps *M* n'ait point de vîtesse au commencement, & que toute sa vîtesse lui vienne de la traction du fil, ce qui est le cas qui donne la Tractoire, lorsque le frottement empêche le corps *M* d'avoir une vîtesse continue, il est bien aisé de voir les Cycloïdes particulieres que l'on a dans ces cas; car comme au commencement du mouvement le corps *M* n'a point de vîtesse, c'est-à-

* Fig. 3.

à-dire, que le premier côté sera commun à la Tractoire & à la Cycloïde cherchée, d'où elle sera aisée à déterminer.

Supposons que le fil * *PM*, dans sa premiere direction *ED*, soit perpendiculaire à *EP*, il est évident que le premier petit côté de la courbe sera infiniment petit du second ordre, & que l'angle *Ede*, fait entre la premiere direction du fil & la seconde, aura pour mesure *Ee*, en prenant *ED* pour rayon, d'où il suivra que la vîtesse circulaire du corps *D* ou *M* sera la même que la vîtesse rectiligne du corps *E* ou *P*. La Cycloïde dans ce cas n'est donc ni allongée ni accourcie, c'est la Cycloïde ordinaire, qu'on décriroit en faisant rouler un cercle dont le rayon seroit *ED* sur la droite *DF* parallele à *EP*, le point *D* étant le point décrivant. Il est à remarquer alors que le corps *D* ou *M*, au-lieu de décrire une Tractoire qui a *EP* pour asymptote, vient couper *EP* en un point *G* où *EG* est égal au quart de cercle moins le rayon, passe ensuite de l'autre côté de la rainure, décrit l'arc *GH*, vient recouper la rainure en *H* pour faire ensuite un autre arc *HF* égal à *DG*, & rebrousser ensuite pour faire une autre Cycloïde égale à la premiere, & ainsi de suite une infinité de fois.

Si le fil, dans sa premiere situation, étoit en † *LC* oblique avec *EL*, le corps *C* étant obligé de suivre le corps *L* pendant qu'il va de *L* en *l*, il décrira en même tems *Cc* qui sera le premier côté de la courbe cherchée, &

* Fig. 3. † Fig. 4.

& qui étant selon la direction du fil, rendra la courbe tangente en ce point au fil, d'où l'on connoîtra l'angle *LCR* que fait le fil dans sa premiere direction avec la seconde; *LR*, mesure de cet angle, donne par son rapport avec *Ll*, qui est le même que celui de *CO* à *CL*, la valeur de la vîtesse du corps *C* dans le cercle qu'il décrit autour de *L*. Il est évident que dans ce cas on n'a que des Cycloïdes allongées, puisque la vîtesse circulaire est moindre que la rectiligne.

On peut voir encore aisément que la même Cycloïde *CcG* se peut décrire en faisant partir d'abord le fil *LC* d'une situation perpendiculaire, c'est en le plaçant en *ED*, & en donnant au corps placé en *D* dans ce cas, une vîtesse selon une direction parallele à *EeL*, puisque la tangente de la Cycloïde *DCG* est alors suivant cette direction, il faut de plus que la vîtesse que l'on donne au corps en *D* soit telle qu'il parcoure une partie $Dd = Ee - LR$, dans le même tems que *Ee* est parcouru par le corps *E*.

De cette façon le corps placé d'abord en *D*, parcourt un arc *DC* concave vers *EP*, ensuite un arc convexe qui coupe deux fois la rainure, comme dans le cas précédent, & vient se rejoindre à un arc concave pour recommencer ensuite une autre Cycloïde allongée & égale à la premiere.

Il est évident que ce mouvement se passera de même, soit que le corps commence en *D* de la façon dont je viens de le dire, soit qu'il commence en *C* avec l'obliquité *LG*, pourvu que le fil *LC* communique au corps *C* (si on

le suppose en repos); la vîtesse qu'il lui faut pour parcourir $Cc$ dans l'instant que le corps $L$ met à aller de $L$ en $l$.

## PROBLEME II.

*Soit sur un plan horizontal, le fil* * MN *chargé de deux poids* M & N, *on demande les Courbes que décrivent ces deux poids, en supposant qu'ils ayent reçu chacun une impulsion suivant une direction quelconque.*

### SOLUTION I.

En regardant l'action du fil $MN$ pour empêcher les corps $M$ & $N$ de décrire des lignes droites, comme une force d'attraction qui feroit faire à chacun de ces poids l'un vers l'autre des chemins réciproques à leurs masses, on verra aisément par le Livre des *Princip. Mathem. Philos. natur. Lex* 3. *coroll.* 4. que le centre de gravité de ces deux corps $M$ & $N$ sera continuellement dans une droite $PpR$, & qu'il la parcourera d'une vîtesse uniforme. De-là il est évident que le Probléme se réduit au précédent, car le corps $M$ décrira la même courbe que si on tiroit le point $P$ dans une rainure droite $PpR$ avec la vîtesse du centre de gravité, pendant que le corps $M$ seroit obligé de le suivre, de sorte que la courbe décrite par le point $M$, & celle que décrit le corps $N$, feront chacune une Cycloïde allongée ou raccourcie.

So-

* Fig. 5.

## SOLUTION II.

Par les *Princ. Mathemat. Philos. prop.* 58, *lib.* 1. si deux corps décrivent chacun une Courbe par une force qui les attire l'un vers l'autre, il est démontré 1°. Que le centre de gravité est en repos, ou se meut uniformément en ligne droite. 2°. Que s'il est en repos, les courbes qu'ils décrivent chacun, sont semblables à celles que les corps décriroient en regardant ce centre de gravité comme une force centrale. 3°. Que si le centre de gravité se meut, les courbes sont celles que l'on auroit dans l'espace absolu, en faisant décrire sur un plan, les courbes qui arrivent dans le cas du centre de gravité en repos, & en donnant en même tems à ce plan, la vîtesse du centre de gravité.

Cette proposition bien entendue, fournit une maniere bien simple de résoudre notre Problême. Il faut savoir quelles sont les Courbes que décriroient les deux corps *M* & *N*, si les vîtesses qu'ils ont reçues au commencement étoient telles que le centre de gravité fût en repos, il est clair que le fil étant de longueur donnée, chacun des deux poids décriroit un cercle, & le parcourroit avec une vîtesse uniforme, parce que sûrement alors la tension du fil ne changeroit point la vîtesse une fois donnée. Or si l'on fait mouvoir ensuite ce cercle, en donnant à son centre la vîtesse du centre de gravité, il est clair que chacun des deux corps décrira une Cycloïde allongée ou raccourcie.

## SOLUTION III.

Soient $Mm$ & $Nn$ les deux petits côtés des Courbes cherchées que décrivent les corps $M$ & $N$, pendant que le centre de gravité $P$ parcourt $Pp$ avec sa vîtesse uniforme que j'appelle $a$, on aura pour la vîtesse du corps $M$, $\frac{a.Mm}{Pp}$ & pour celle de $N$, $\frac{a.Nn}{Pp}$, & en nommant $M$ la masse du corps $M$, & $mM$ la masse du corps $n$, on aura par le principe qu'on appelle la *Conservation des Forces vives*, qui a été traité avec tant d'élégance par les célèbres Mrs. Bernoulli Pere & Fils, $M.\frac{aa.Mm^2}{Pp^2} + mM.\frac{aa.Nn^2}{Pp^2}$ égal à une constante, d'où l'on tirera $Mm^2 + m.Nn^2$ proportionnel à $Pp^2$.

De cette propriété nous allons tirer l'Equation de la Courbe. Nommant $AP.z$, $PN.1$, $RN.y$, on aura $PR = \sqrt{(1-yy)}$, $PM = m$, $PQ = m\sqrt{(1-yy)}$, $QM = my$, $AR = z + \sqrt{(1-yy)}$, $AQ = z - m\sqrt{(1-yy)}$.

$Nn^2 = (dz - \frac{ydy}{\sqrt{(1-yy)}})^2 + dy^2$ ou $dz^2 - \frac{2ydzdy}{\sqrt{(1-yy)}} + \frac{dy^2}{1-yy}$.

$Mm^2$ sera $(dz + \frac{mydy}{\sqrt{(1-yy)}})^2 + mmdy^2$ ou $dz^2 + \frac{2mydzdy}{\sqrt{(1-yy)}} + \frac{mmdy^2}{1-yy}$.

On aura ainsi $m.Nn^2 + Mm^2 = mdz^2 + dz^2 + \frac{mdy^2}{1-yy} + \frac{mmdy^2}{1-yy}$ ou $(m+1)$

$dz^2$

$dz^2 + \frac{(mm+m)dy^2}{1-yy}$; & cette quantité devant être proportionnelle à $Pp^2$, $dz^2$, par la propriété que donne la Conservation des Forces vives, on verra aisément qu'il s'en doit nécessairement suivre que $\frac{dy^2}{1-yy}$ est proportionnel à $dz^2$, c'est-à-dire, que les Angles faits entre *PM* & *pm* sont proportionnels aux parties *Pp*, d'où l'on voit que la Courbe cherchée est une Cycloïde allongée ou raccourcie.

## LEMME II.

*Soient, comme dans le Lemme premier,* * Ppq & Mmm *deux droites infiniment petites partagées en deux également aux points* p & m, & *placées de maniere que* PM=pm, *je dis que la différence de* pm *à* qn *sera le quarré de l'arc qui mesure l'angle compris entre les rayons* PM & pm, *ou* pm & qn, *divisé par le rayon* PM.

Si l'on mene, comme dans le Lemme premier, *PQ* & *RP* paralleles à *pm* & *qn*, *mQ* & *nQ* paralleles à *Ppq*, la question se réduira à trouver la différence entre *PQ* & *PR*. En abbaissant *Qk* perpendiculaire sur *PR*, menant l'arc *Qi* perpendiculairement sur *PQ*, on verra que *iR* ou $RP - QP = kl$ ou $\frac{(QR)^2}{PQ}$. Donc, &c.

Si l'on abbaisse de *M* la perpendiculaire *MK* sur *KPp*, qu'on la nomme *y* & *PM* l'unité, on

* Fig. 6.

on aura pour l'expression de $MQ$, ou de la mesure de l'angle fait entre $PM$ & $pm$, $\frac{dy}{\sqrt{(1-yy)}}$, & l'on trouvera pour l'expression de la différence de $pm$ à $qn$, $\frac{dy^2}{1-yy}$.

### PROBLEME III.

*On demande la Courbe qu'un corps* * M *décrit sur un plan horizontal, en supposant que ce corps ait reçu une impulsion quelconque, & qu'il tienne par un fil* PM *à un autre corps* P *placé dans une rainure droite* Pq, *où il a reçu une impulsion quelconque.*

### SOLUTION.

Imaginons que le corps $P$ vienne de parcourir $Pp$, & le corps $M$, $Mm$, il est certain que si le fil venoit à être coupé, ou qu'il n'agît plus sur ces corps, $P$ iroit le long de sa rainure d'une vîtesse uniforme, & $M$ décriroit une ligne droite qui seroit le prolongement de $Mm$, de sorte que dans un tems égal à celui que $P$ & $M$ avoient mis à parcourir $Pp$ & $Mm$, ils parcourroient $pq$ & $mn$ égales à ces deux droites. Ce qui les empêche de faire ces petites droites, c'est l'action du fil en $p$ & en $m$. On peut regarder cette action comme une force attractive qui agit en même tems de $p$ vers $m$ & de $m$ vers $p$, en raison inverse des masses, c'est-à-dire, que la

* Fig. 7.

la force du fil tendroit à faire parcourir au corps *P* une petite droite *pf* infiniment petite du second ordre, & au corps *M* la petite droite *mo* qui seroit à *pf* comme le corps *P* est au corps *M*. Supposons que nous connoissions exactement ces petites droites qui marquent l'effet de la tension du fil, il est clair que comme *M* parcourroit de son mouvement naturel *mn*, & par l'action du fil *mo*, il fera la diagonale *mμ* du parallelogramme *omnμ*, & *mμ* sera le côté consécutif au côté *Mm* de la courbe cherchée.

A l'égard du corps *P*, comme il est dans la rainure, qui est un obstacle à son mouvement vers *m*, la force qui feroit parcourir *pf*, n'agira pas toute entiere, il faudra la décomposer suivant *pP*, & la partie *pg* qui en résultera, devra être retranchée en *qπ* de la droite *pq* que le corps parcourroit naturellement, pour savoir le point *π* où le corps *P* sera parvenu, pendant que le corps *M* sera en *μ*.

Nous savons donc la position *πμ* du fil au second instant, en supposant que nous connoissions la petite droite *pf* ou proportionnelle *mo* qui mesure l'effet de la tension.

Supposant que nous connoissions cette petite droite *pf*, l'Equation de la Courbe cherchée sera bien facile à trouver, *pg* ou *πq* dépend de *pf* à cause des triangles *KMP*, *pgf*, sa valeur sera $pf\sqrt{(1-yy)}$, & ensuite l'expression de *πr*, qui est la mesure de l'angle *πμr*, ou de la différence de l'angle fait entre *PM* & *pm*, sera toute aussi aisée à trouver par les triangles *πrq* & *KPM*; sa

va-

valeur sera $y . \pi q$ ou $y . \sqrt{(1-yy)} . pf$. Donc la différentielle de l'angle entre $PM$ & $pm$ $= + pf . y \sqrt{(1-yy)}$ qu'on exprime ainsi, $d\left(\frac{dy}{\sqrt{(1-yy)}}\right) = + pf . y \sqrt{(1-yy)}$, Equation de la Courbe.

Il ne faut plus absolument qu'avoir l'expression de $pf$. Elle sera facile à trouver par cette considération. Le fil ayant agi par des petites forces appliquées aux points $p$ & $m$, a placé les corps $P$ & $M$ en $\pi$ & en $\mu$, & cela par les résultats des mouvemens composés de ceux qu'ils avoient naturellement, & de ceux que la tension seule leur auroit fait faire. Mais la position que ces forces ont procurée au fil dans le second instant, en le plaçant en $\pi\mu$, doit être telle que la distance $\pi\mu$ ne soit pas plus grande que $pm$ ou que $PM$, sans cela le fil se seroit allongé contre l'hypothese. Donc $n\mu + qr$, qui est la différence entre $\pi\mu$ & $\pi q$, sera celle qui doit être entre $pm$ & $nq$; or nous savons que cette différence est par le Lemme précédent $= \frac{dy^2}{1-yy}$.

Nous aurons donc cette Equation, $qr + mo = \frac{dy^2}{1-yy}$, à cause des triangles semblables qui donnent $qr = q\pi . \sqrt{(1-yy)}$, & $q\pi = pf . \sqrt{(1-yy)}$, & par conséquent $qr = pf\,(1-yy)$, on aura $pf . (1-yy) + mo = \frac{dy^2}{1-yy}$, dans laquelle mettant pour $mo$ une proportionnelle à $pf$ comme $m . pf$, on aura $pf . (1-yy) + m . pf = \frac{dy^2}{1-yy}$, d'où l'on tirera $pf = \frac{dy^2}{(1-yy) . (1+m-yy)}$.

Cette

Cette valeur de $pf$ étant substituée dans l'Equation précédente de la Courbe cherchée, elle deviendra $d\left(\frac{dy}{\sqrt{(1-yy)}}\right) = + \frac{ydy^2}{(1+m-yy)\sqrt{(1-yy)}}$.

Pour intégrer cette Equation, je lui donne cette forme, $+ \frac{d\left(\frac{dy}{\sqrt{(1-yy)}}\right)}{\frac{dy}{\sqrt{(1-yy)}}} = \frac{ydy}{1+m-yy}$, dont l'Intégrale, en ajoutant ce qu'il faut, est $-ldt + l\frac{dy}{\sqrt{(1-yy)}} = -\frac{1}{2}l.(1+m-yy) + lp$. J'ajoute $ldt$, logarithme du tems infiniment petit, qui est constant par notre principe, pour rendre l'Equation homogene, & le logarithme $lp$ pour avoir la plus grande généralité.

En repassant aux nombres, cette Equation deviendra $\frac{dy}{dt\sqrt{(1-yy)}} = \frac{p}{\sqrt{(1+m-yy)}}$.

On ne peut encore se contenter de cette Equation, parce que $dt$ y entre. Pour chasser cette différentielle dont nous ne connoissons pas le rapport avec $dy$, il faut d'abord mettre à sa place $\frac{Ep}{v}$, c'est-à-dire, l'espace divisé par la vîtesse, il faudra ensuite connoître cette vîtesse, pour cela on peut se servir de différens principes, le plus simple est celui que l'on appelle la Conservation des Forces vives ou du produit des Masses par le quarré des vîtesses, principe qui est reconnu vrai de tous les Savans, malgré les disputes qu'ont causées la théorie des Forces vives. Ce principe

cipe apprend que sur un plan horisontal, comme est celui sur lequel se décrit notre Courbe, le produit de la masse $P$ par le quarré de sa vîtesse, ajouté avec le produit de la masse $M$ par le quarré de sa vîtesse, fait une somme constante.

Appellant donc $v$ la vîtesse du corps $P$ pour parcourir $Pp$, $\frac{v.Mm}{Pp}$ sera celle de $M$. Par le Théorême, on aura $P.vv + M.\frac{vv.Mm^2}{Pp^2} = A$. Mettant pour $P$ . $m \times M$, on aura $m.M.vv.Pp^2 + M.vv.Mm^2 = A.Pp^2$, ou $m.Pp^2 + Mm^2 = \frac{A.Pp^2}{M.uu}$, ou en général le quarré du tems proportionnel à $m.Pp^2 + Mm^2$. Substituant cette valeur dans l'Equation précédente, on aura, en nommant $Mm$, $ds$ & $Pp$, $dx$; $\sqrt{(mdz^2 + ds^2)}$ proportionnel à $\frac{\sqrt{(1+m-yy)}dy}{p\sqrt{(1-yy)}}$; & mettant $q$ pour cette proportion, l'Equation de la Courbe sera $q\sqrt{(mdz^2 + ds^2)} = \frac{dy\sqrt{(1+m-yy)}}{\sqrt{(1-yy)}.p}$ qui la fera aisément construire.

## PROBLEME IV.

*Le fil* * C P M *attaché au point fixe* C, *est chargé des deux poids* P & M *sur un plan horizontal. On fait mouvoir le poids* P *d'une vîtesse uniforme autour du centre* C *dans la circonference* P p π. *Il faut trouver quelle est la Courbe que décrit*

* Fig. 8.

*ilterit le poids* M, *en suivant pendant ce mouvement le corps* P, *le poids* M *aura eu, si l'on veut, au commencement une vitesse suivant une direction quelconque.*

SOLUTION.

Prenons le fil $CPM$ dans une situation quelconque entre toutes celles qu'il a successivement pendant son mouvement. Que $Pp$ & $Mm$ soient les petites droites que les corps $P$ & $M$ parcourent pendant un instant où le fil a cette situation. En prenant sur la circonference du cercle $Pp$ la partie $p\pi = Pp$, on aura la situation du corps $P$ après le second instant égal au premier. Supposons que la partie $PM$ du fil $CPM$ n'agisse pas, le corps $M$ qui s'étoit trouvé en $m$ au premier instant, se trouveroit en $n$, de maniere que $mn$ seroit égale à $Mm$, & lui seroit opposée directement. Mais le fil agissant sur le corps $M$ à chaque instant, on peut regarder son effet comme une force infiniment petite, appliquée en $m$, qui feroit parcourir une petite droite $mo$ au corps, s'il ne se mouvoit que par cette force. Le corps $M$ aura donc deux impulsions, celle de la tension du fil qui lui feroit parcourir $mo$, & celle de sa vitesse acquise qui lui feroit parcourir $mn$. Donc il parcourra la diagonale $m\mu$ de ces deux forces, & se trouvera au second instant en $\mu$, que l'on pourra regarder comme étant sur la droite $\pi n$, qui marquera avec $C\pi$ la position du fil pendant le second instant.

En faisant attention que la longueur déterminée

minée du fil l'empêche de s'allonger pendant le mouvement, on verra que $\mu\varpi$ doit être égal à $pm = PM$. Nous savons donc la position du second côté de la Courbe. Nous en tirerons ainsi l'Equation de la Courbe cherchée.

Soient appellés $CP$, $a$, $PM$, $1$, $MK$, sinus de $MPp$, $y$, $Pp = p\varpi$, $dz$; soit prolongé ensuite $Pp$ en $pq = Pp$, & soit tiré $\mu q$ prolongé en $r$, où tombe $\varpi r$ abbaissé perpendiculairement de $\varpi$ sur $nr$, on aura par le Lemme premier l'angle fait entre $PM$ & $pm$ égal à celui qui est fait entre $pm$ & $qn$, & il suivra de-là que l'angle $\varpi nq$ ou $\varpi\mu q$ exprimera la différence de l'angle de $MP$ avec $pm$. Cherchons l'expression de cet angle, sa mesure est $\varpi r$; pour avoir $\varpi r$, il faut connoître $\varpi q$; $\varpi q$ doit être égal à $\frac{dz^2}{a}$, puisque c'est la mesure de l'angle de contingence du cercle $qp\varpi$, le triangle $\varpi qr$ est semblable au triangle $KMP$, donc $\varpi r = \frac{\sqrt{(1-yy)}.dz^2}{a}$, d'où l'on a $d(\frac{dy}{\sqrt{(1-yy)}}) = \frac{\sqrt{(1-yy)}.dz^2}{a}$.

Pour intégrer cette Equation, je la mets sous cette forme, $\frac{dy}{\sqrt{(1-yy)}} d \frac{dy}{\sqrt{(1-yy)}} = \frac{dz^2 dy}{a}$, dont l'Intégrale est $\frac{\frac{1}{2}dy^2}{1-yy} = \frac{ydz^2}{a} + pdz^2$ qui peut faire aisément construire la Courbe demandée.

PRO-

# PROBLEME V.

*Les mêmes choses étant posées que dans le Problême précédent, à cela près que le plan* * PMp *soit vertical, on demande la Courbe du point* M. *On entend bien qu'on suppose toujours que le corps* P *se meut d'une vîtesse uniforme.*

## SOLUTION.

Supposons, comme dans le Problême précédent, que $P$ vienne de parcourir $Pp$ & $M$, $Mm$, dans le premier instant; que $p$ se trouve en $\pi$ ou $p\pi = pP$ au second, & cherchons où se trouvera alors le corps $M$. Il est clair que si le fil & la gravité n'agissoient pas sur lui, il se trouveroit en $n$ ou $mn = Mm$. Que $mo$ soit la petite droite que le corps parcourroit, s'il ne recevoit d'autre mouvement que celui que lui imprimeroit la force du fil, en prenant cette petite droite $mo$ en $n\mu$ sur $n\pi$, $\mu$ seroit le second point de la Courbe, s'il n'y avoit pas de gravité; mais la gravité agissant à chaque point, on doit faire attention à la petite droite $mk$ que le corps $m$ parcourroit par la seule gravité, s'il n'y avoit point d'autre force.

Pour voir où le corps $m$ se trouvera par la composition de ces trois mouvemens de tension, de gravité, & de vîtesse déja acquise, il faut porter $mk$ en $\mu\mu^2$, & le point $\mu^2$ sera le troisieme point de la Courbe, & $m\mu^2$ le second

* Fig. 9.

cond côté. On doit bien remarquer ici que la petite droite $m o$ qui marque l'action du fil, ne doit pas être prise la même que dans le Problême précédent, c'est-à-dire, que le point $\mu$ n'est pas celui de la Courbe précédente, car le fil est différemment tendu dans ce Problême que dans l'autre. La preuve en est facile, puisque dans le premier cas $m o$ doit être tel que $\pi \mu$ soit égal à $p m$, afin que le fil ne se soit pas allongé, & qu'ici ce doit être $\pi \mu^2$ qui soit égal à $p m$.

Nous avons donc présentement la position du fil dans le second instant. Pour en tirer l'Equation de la Courbe cherchée, on conservera les mêmes dénominations que dans le Problême précédent, & nommant de plus la gravité $g$, $PG$, sinus de l'angle que fait la verticale $MG$ avec le fil $PM$, $x$, on aura pour l'expression de la petite droite $\mu \mu^2$ que la gravité fait parcourir pendant que le corps $P$ est parvenu en $p$, ou de $p$ en $\pi$, on aura, dis-je, pour l'expression de cette petite droite, $g$ multiplié par le quarré de ce tems infiniment petit. Pour exprimer ce tems infiniment petit, on nommera la vîtesse constante du corps $P$, $m$, & on aura ce petit tems $= \frac{dz}{m}$, donc $\mu \mu^2 = \frac{g dz^2}{mm}$. Présentement le triangle $\mu \mu^2 l$ que l'on a en abbaissant $\mu l$ perpendiculaire à $\mu^2 \pi$, étant semblable au triangle $MGP$, on aura $\mu l = \frac{g x dz^2}{mm}$, & cette petite droite sera la mesure de l'angle $\mu \pi \mu^2$, qui ajouté avec l'angle $\pi \mu q$, dont la mesure a été trouvée dans le Problême précédent

=

$= \frac{\sqrt{(1-yy)}.dz^2}{a}$, donne $\frac{gxdz^2}{mm} + \frac{\sqrt{(1-yy)}.dz^2}{a}$ pour la meſure de la différence de l'angle fait entre $mp$ & $\pi\mu^2$ à celui que $mp$ fait avec $nq$; c'eſt-à-dire, pour la différentielle de l'angle de $MP$ avec $pm$. On aura donc pour l'Equation de la Courbe $d\left(\frac{dy}{\sqrt{(1-yy)}}\right) = \frac{gxdz^2}{mm} + \frac{\sqrt{(1-yy)}.dz^2}{a}$.

Des trois inconnues que renferme cette Equation, on en peut chaſſer aiſément une, à cauſe que $dz$ eſt la différentielle du complément de $GPK$ multipliée par $a$, c'eſt-à-dire, $-\frac{ady}{\sqrt{(1-yy)}} - \frac{adx}{\sqrt{(1-xx)}}$.

Si dans ce Problême on fait $PG = PK$ ou $x = \sqrt{(1-yy)}$ ce qui fait qu'au-lieu du cercle $Pp\pi$ on auroit une ligne droite verticale, l'Equation deviendroit alors $d\left(\frac{dy}{\sqrt{(1-yy)}}\right) = \frac{g\sqrt{(1-yy)}dz^2}{mm}$ qui donne en intégrant

$$\frac{\frac{1}{2}dy^2}{1-yy.\frac{gy}{mm}+p} = dz^2.$$

Dans ce Problême & dans les Problêmes I & III, il n'a pas été néceſſaire de déterminer la force ou la tenſion du fil: ſi cependant on vouloit la calculer, voici une maniere facile de le faire, nous l'appliquerons ſur ce dernier Problême dont tous les autres ne ſont que des cas.

Pour calculer cette force, il ſuffit d'avoir l'ex-

l'expression de la petite droite $mo$ ou $n\mu$ qu'elle feroit parcourir au corps $M$ dans le tems infiniment petit $\frac{dz}{m}$.

Pour trouver la valeur de $n\mu$, il faut se rappeller ce que nous avons déja dit, que la droite $\mu^2\pi$, par l'inextensibilité du fil, doit être de même longueur que $mp$. Cela nous fournira une Equation dans laquelle $n\mu$ entrera, car on peut mettre pour $\mu^2\pi$, $nq + qr - n\mu + l\mu^2$; égalant donc cette quantité à $mp$ ou à l'unité, on aura $1 = nq + qr - n\mu + l\mu^2$, dans laquelle mettant pour $nq$ sa valeur $1 + \frac{dy^2}{1-yy}$ trouvée dans le Lemme II, pour $qr$ sa valeur $\frac{ydz^2}{m}$ qui résulte des triangles semblables $MPK$, $\pi qr$, pour $l\mu^2$ sa valeur $\frac{gdz^2}{mm}\sqrt{(1-xx)}$ qui vient des triangles semblables $CGP$, $\mu\mu^2 l$, on aura $1 = 1 + \frac{dy^2}{1-yy} + \frac{ydz^2}{m} - n\mu + \frac{gdz^2}{mm}\sqrt{(1-xx)}$, d'où l'on tire $n\mu = \frac{dy^2}{1-yy} + \frac{ydz^2}{m} + \frac{gdz^2}{mm}\sqrt{(1-xx)}$, & divisant cette petite droite par $\frac{dz^2}{mm}$, quarré du tems infiniment petit, on aura la force par laquelle le fil tire ou accélère le corps $M$.

## PROBLEME VI.

*Soit sur un plan horizontal le fil* * CPM *chargé*

* Fig. 10.

*gé des deux poids* P & M; *soit de plus donnée une impulsion à chacun de ces deux corps*, P *décrira un Cercle avec une vîtesse variable, à cause que le corps* M *retardera ou accélérera son mouvement. On demande quelle Courbe décrira le corps* M.

SOLUTION.

Que $Pp$ & $Mm$ soient les petites droites parcourues par les corps $P$ & $M$ pendant un instant. Le Problême se réduit à trouver les petites droites $p\pi$ & $m\mu$ que ces deux corps parcourent l'instant d'après. Il est clair que si le corps $M$ n'agissoit pas sur le corps $P$ par la tension du fil, le corps $P$ parcourroit un petit côté du Cercle égal au premier $Pp$, mais ce corps $M$ retarde le mouvement du corps $M$ (dans notre Figure), & retranche de la petite droite égale à $Pp$ qu'il parcourroit, une petite droite $pg$ que l'on aura en décomposant suivant le petit côté du Cercle la tension qui feroit parcourir $pf$ au corps $P$ s'il étoit libre.

Supposant donc que $pq^2 = pq = Pp$ soit la position du second côté du Cercle, & prenant $q^2\pi = pg$, on aura le point $\pi$ où le corps $P$ se trouve au second instant, & tirant $\pi n$ au point $n$ où $mn = Mm$, on aura la position du fil dans le même second instant, à cause que le fil ayant agi sur le corps $M$ par quelque petite force $mo$ ou $n\mu$ proportionnelle à $pf$, aura porté ce corps en $\mu$, que l'on peut regarder comme étant sur la direction $\pi n$.

Nous allons chercher présentement, en sup-

 posant

posant connue l'expression de $pf$ ou de $q^2 \varpi$ qui en résulte, à employer la position que nous venons de trouver du fil au second instant, de maniere à en tirer l'Equation de la Courbe demandée.

Pour cela en tirant $q^2 \mu$, & abbaissant sur cette ligne les perpendiculaires $\varpi l$ & $qi$, on remarquera que $\varpi l + qi$ est la différence de l'angle fait par $mp$ & $\varpi\mu$, (que j'appelle l'angle $mp\varpi\mu$) à l'angle $mpqn$, c'est-à-dire *, la différentielle de l'angle $MPpm$. Cherchons donc l'expression des petites droites $\varpi l$ & $qi$, on remarquera d'abord que les triangles $q^2 \varpi l$ & $qq^2 i$ sont semblables au triangle $PKM$, d'où l'on aura $\varpi l = \varpi q^2 . y$ & $qi = qq^2 . \sqrt{(1-yy)}$, au-lieu de $qq^2$ on peut mettre $\frac{Pp^2}{a}$; à la rigueur ce n'est pas $\frac{Pp^2}{a}$ qu'il faudroit mettre, parce que $\frac{Pp}{a}$ est l'expression de l'angle de contingence du Cercle, en supposant les côtés égaux, & que les côtés $p\varpi$ & $Pp$ ne sont pas égaux, mais comme ils different infiniment peu, le changement qu'il faudroit apporter au terme $\frac{Pp^2}{a}$, ne seroit qu'un infiniment petit du troisieme ordre. On aura donc $qi + \varpi l = \frac{Pp^2}{a} \sqrt{(1-yy)} + yq^2\varpi = d(MPpm)$, dans laquelle il faut mettre à la place de $q^2\varpi$ & de $MPpm$ leurs valeurs pour avoir l'Equation de la Courbe. A l'égard de

$MPpm$

* Lemme 4.

$MPpm$, il est égal à la différence de l'angle $KPM$ plus l'angle de contingence du Cercle $\frac{Pp}{a}$, donc l'Equation de la Courbe est $\frac{Pp^2}{a}$

$$\sqrt{(1-yy)} + y \cdot q^2 \varpi = d\left(\frac{Pp}{a} + \frac{dy}{\sqrt{(1-yy)}}\right)$$

ou $\frac{Pp^2}{a} \sqrt{(1-yy)} + y \cdot q^2 \varpi + \frac{q^2 \varpi}{a}$

$= d\left(\frac{dy}{\sqrt{(1-yy)}}\right)$ à cause que $dPp = -q^2 \varpi$.

Il nous reste toujours à chercher la valeur de $q^2 \varpi$, pour cela nous trouverons d'abord l'expression des petites droites $q^2 l$, $q^2 i$, par rapport à cette pétite droite $q^2 \varpi$, & nous nous servirons ensuite du Lemme 2[d] pour faire une Equation dans laquelle $q^2 \varpi$ soit la seule inconnue.

En nommant toujours $m$ la raison de $P$ à $M$, on aura $om$ ou $n\mu = m \cdot pf$.

Et en se servant de la similitude des triangles $\varpi q^2 l$, $pgf$, $q^2 qi$, $PKM$, on aura $q^2 i = \frac{Pp^2}{a} \cdot y$, $q^2 l = q^2 \varpi \cdot \sqrt{(1-yy)}$,

$pf = \frac{q^2 \varpi}{\sqrt{(1-yy)}}$, $n\mu = \frac{m \cdot q^2 \varpi}{\sqrt{(1-yy)}}$.

Présentement à cause que $\varpi\mu = pm = 1$, on aura $qn - n\mu + q^2 i - q^2 l = 1$, dans laquelle mettant pour $qn$, $1 + \frac{dy^2}{1-yy}$, comme on l'a vu dans le Lemme 2[d], & pour les autres quantités leurs valeurs que l'on vient de trouver, on aura $1 + \frac{dy^2}{1-yy} - \frac{m \cdot q^2 \varpi}{\sqrt{(1-yy)}} + \frac{Pp^2 \cdot y}{a}$

$-q^2 \varpi . \sqrt{(1-yy)} = 1$, d'où l'on tire $q^2\varpi = (\frac{dy^2}{1-yy} + \frac{Pp^2 . y}{a}) \frac{\sqrt{(1-yy)}}{1+m-yy}$. Substituant cette valeur de $q^2\varpi$ dans l'Equation précédente de la Courbe cherchée, on aura $\frac{Pp^2}{a}\sqrt{(1-yy)} + (y+\frac{1}{a}) \times (\frac{dy^2}{1-yy} + \frac{Pp^2}{a}) \times \frac{\sqrt{(1-yy)}}{1+m-yy} = d(\frac{dy}{\sqrt{(1-yy)}}$, qui est l'Equation de la Courbe dans laquelle on suppose le tems infiniment petit constant, c'est-à-dire, $\frac{Pp}{V}$ ou $\frac{dz}{V}$. Pour avoir l'expression de $V$, il faut se servir du principe de la Conservation des Forces vives, qui donnera $VVMm + \frac{VVds^2}{dz^2}.M = A$, d'où l'on tire $\frac{dz^2}{VV} = \frac{ds^2 + mdz^2}{A}.M$, c'est cette quantité qu'il faut prendre pour constante.

## PROBLEME VII.

*Supposons que le fil* * CPM *attaché au point fixe* C, *&* *chargé des deux poids* P *&* M, *qui ont eu chacun une impulsion quelconque, soit sur un plan vertical, on demande la Courbe du point* M.

Ce Problême se peut résoudre assez facilement par les mêmes principes que ceux qu'on a employés dans les Problêmes précédens, ainsi je ne m'arrêterai pas à en montrer l'application-

* Fig. 11.

plication. Je préfere la Solution ſuivante, qui eſt plus aiſée à entendre, quoique les calculs en ſoient fort longs. La méthode dont je me ſers dans ce Problême, pourroit réſoudre auſſi tous les Problêmes précédens.

## SOLUTION.

Soit *CPM* une poſition quelconque du fil, *Cpm* la poſition qu'il prend l'inſtant d'après. Que *CEF* ſoit la poſition du fil avant que les corps *E* & *F* ayent reçu leur impulſion; que *GE* ſoit la hauteur d'où le corps *P* auroit dû tomber pour avoir en *E* la vîteſſe que l'on lui donne par l'impulſion, de même que *HF* ſoit celle d'où le corps *M* auroit dû tomber pour acquérir la vîteſſe qu'il a en *F* après l'impulſion. Soient nommés préſentement *LH*, $c$, *IG*, $b$, *CE*, $a$, *EF*, 1, *CD*, $x$, *DM*, $y$. Il eſt clair que des expreſſions de *CD*, *DM*, *CE*, *EF*, & de leurs différentielles, doivent réſulter celles de *CB*, *BP*, *MS*, *Sm*, *Mm*, *Pp*, *PR* (*Sm* & *PR* ſont des petites perpendiculaires abbaiſſées de *S* & de *P* ſur *MP*), mais pour abréger les calculs, nommons *CB*, $u$; *BP*, $z$; *Mm*, $ds$; *Pp*, $dr$; *Sm*, $dk$; $Rp = SM$, $dl$, le rayon de la développée en *M*, *R*.

Pour trouver préſentement la vîteſſe au point *P* & au point *M*, nommons $v$ celle du corps *M*, $\frac{v\,dr}{ds}$ ſera celle du corps *P*. Par le principe de la Conſervation des Forces vives, on aura $M.vv + \frac{P.vv\,dr^2}{ds^2} = 2g.(z-b)$

$P + 2g.(y-c)M$, d'où l'on tirera $vv = \frac{2gM.(y-c)ds^2 + 2gP(z-b)ds^2}{Mds^2 + Pdr^2}$; divisant cette expression par le rayon de la développée, on aura la force centrifuge du corps $M$; cette force centrifuge, jointe à la force de la gravité décomposée suivant la perpendiculaire à la Courbe, donnera la force avec laquelle le corps $M$ tendroit à détruire la courbure $FMm$, ou plutôt avec laquelle il presseroit la paroi concave d'une rainure que l'on supposeroit tracée suivant la courbure $FMm$. Il faut donc, pour que cette paroi ne soit point pressée, ou pour que la Courbe $FMm$ soit décrite naturellement, qu'il y ait quelque force qui tire le corps vers la concavité, c'est-à-dire, vers $P$, & qui soit égale à celle de la force précédente. Cette force qui tire le corps $M$ vers $P$ est celle du fil, c'est sa tension qui décomposée suivant la perpendiculaire à la Courbe, doit être égale à la force précédente. Nommant $t$ cette tension, il est clair que $\frac{tdk}{Mds}$ est la force qui retient le corps $M$ dans la Courbe. On aura donc $\frac{tdk}{Mds} = \frac{2gM.(y-c)ds^2 + 2gP(z-b)ds^2}{(Mds^2 + Pdr^2)R} + \frac{gdx}{ds}$.

Il reste dans l'Equation précédente à trouver la valeur de $t$; pour cela nous remarquerons que $\frac{tdl}{ds}$ est la partie de la tension du fil qui tire le corps $M$ suivant le petit côté $Fm$ de la Courbe, cette force $\frac{tdl}{ds}$ sera donc la

la force motrice du corps $P'$ pour augmenter sa vîtesse, en la divisant par la masse, on aura la force accélératrice $\frac{tdl}{Mds}$ provenue de la tension, à laquelle ajoutant la force de la gravité décomposée suivant le petit côté, c'est-à-dire $\frac{gdy}{ds}$, on aura $\frac{tdl}{Mds}+\frac{gdy}{ds}$ pour la force accélératrice entiere du corps $M$ le long de la Courbe, cette force multipliée par le petit tems donne l'incrément de la vîtesse, on aura donc $\frac{ds}{v}\left(\frac{tdl}{Mds}+\frac{gdy}{ds}\right)=dv$ ou $\frac{tdl}{M}+gdy=vdv$, d'où l'on tire $\frac{t}{M}=\frac{vdv-gdy}{dl}$, dans laquelle mettant pour $vdv$ la différence de $\frac{1}{2}vv$ (ce qui est fort aisé à faire, puisqu'on a sa valeur par ce qui précede) on aura la valeur de $\frac{t}{M}$ en $x$ & en $y$; on substituera ensuite cette valeur de $t$ dans l'Equation précédente, & on aura celle de la Courbe cherchée.

# CONJECTURES

## *Sur la couleur rouge des vapeurs de l'Esprit de Nitre & de l'Eau-forte.*

Par M. HELLOT.*

DE tous les Sels qui nous fournissent les trois dissolvants qu'on nomme *Acides minéraux*, le Nitre ou Salpêtre est le seul dont l'esprit acide s'éleve en vapeurs rouges aussi-tôt qu'à l'aide du feu & d'un intermede vitriolique, on dégage cet acide de son Sel concret. Pourquoi les vapeurs de cet acide sont-elles rouges! Pourquoi celles de l'esprit acide du Sel commun ou du Vitriol ne le sont-elles pas! C'est une question à laquelle il n'a pas été facile de répondre, & les plus grands Chimistes ne se sont jamais réunis sur cela à un même sentiment.

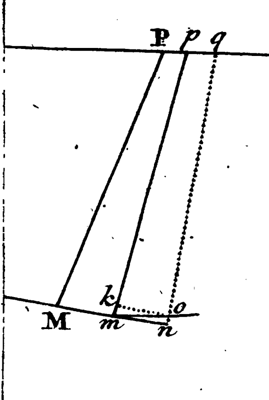
Les uns ont cru que cette couleur rouge, particuliere aux vapeurs de l'acide nitreux, venoit des parties sulphureuses que le Salpêtre a retenues des urines ou des terres empreintes d'urine, dont ce Sel a été tiré.

D'autres croyent que cette rougeur vient des parties de feu dont cet esprit acide se charge pendant la distillation, & qui tiennent les parties dont ces vapeurs sont formées, dans un mouvement très rapide.

Ce-

* 11 Avril 1736.

*Fig. 2.*




H

F

Fig. 6.

P p q
m
k
i
R l
n

Fig. 7.

K P g p Π
f
M
σ
m
μ
n

Fig. 11.

I B C G E P R p

Fig. 9.

C K P p Π r q o m k μ n μ² l

Cependant qu'on unisse par quelque moyen que ce soit, un Ammoniacal urineux au Sel commun, ou au Vitriol, & qu'on distille ensuite ces mêlanges, jamais l'esprit acide qui viendra de l'un ou de l'autre, ne montera en vapeurs rouges. Il n'y a que l'acide du Nitre qui donne cette couleur, encore y a-t-il des cas où ses vapeurs ne sont pas colorées.

Si c'étoit aux parties de feu introduites pendant la distillation, qu'on dût attribuer la couleur rouge de ces mêmes vapeurs, on demanderoit pourquoi ces particules ignées ne teignent pas aussi en rouge les vapeurs de l'Huile de Vitriol, puisqu'il faut un feu beaucoup plus long & beaucoup plus fort pour chasser l'acide concentré dans ce sel, que pour avoir l'esprit acide du Nitre.

Si ces objections ont quelque solidité, il faut tenter de résoudre la question par un autre moyen. C'est en faisant toucher, s'il est possible, la matiere étrangere qui rougit vraisemblablement les vapeurs de l'acide nitreux. Encore restera-t-il une difficulté; ce sera de savoir si cette matiere étrangere colorante est actuellement dans le Salpêtre, ou si l'esprit acide de ce Sel l'emprunte de l'intermede vitriolique qui sert à l'élever pendant la distillation.

Balduinus *, & après lui Stahl †, prétendent que cette matiere, source de la couleur rouge des vapeurs, est actuellement dans le Salpêtre, c'est selon ces Auteurs, l'*Anima Nitri*, c'est elle qui caractérise ce Sel. Voici la preuve qu'ils en donnent.

 Broyez

* *In Ventre aurea.* † *Dissert. de Vitr. antimonii.*

Broyez une partie de ce Sel avec quatre parties de quelque Verre tendre, aisé à fondre, tel que celui dont les Emailleurs se servent pour faire les coques des Perles fausses, vous aurez un Verre teint en rouge, en fondant de nouveau le mêlange. J'ai vérifié cette expérience, & j'ai eu un Verre teint tirant sur le pourpre.

Il ne paroît pas qu'on puisse attribuer cet effet au Salpêtre, considéré comme un acide pur, uni seulement à une terre absorbante, puisque l'Alun, le Sel commun, ni les Sels alkalis fixes purifiés, ne donnent point cette couleur rouge au Verre. Il y a donc une autre matiere jointe à ce Sel. Seroit-ce la portion d'ammoniacal urineux, qu'on est en droit de soupçonner dans le Salpêtre, qui causeroit ce changement de couleur? Cela pourroit être, car si on mêle une partie de Sel ammoniac ordinaire bien purifié, avec neuf ou dix parties d'un Verre semblable au précédent, on aura, aussi par une nouvelle fonte, un Verre teint en rouge.

Mais qu'est-ce qui peut colorer le Verre dans cette épreuve? ce n'est pas le volatil urineux du Sel ammoniac, il est chassé dès la premiere impression du feu, car le Verre pulvérisé agit comme alkali fixe; ce n'est pas l'acide du Sel marin; puisqu'on sait par expérience que ni le Sel commun, ni son acide, ne font point ce changement de couleur. C'est peut-être un superflu de matiere grasse qui se brulant & se réduisant en Suie, donne au Verre la teinte rouge dont il est question. Il seroit même assez raisonnable de le croire

ainsi,

ainsi, parce qu'on sait que si dans les Fours de Verrerie, on a brulé par inattention, des bois résineux qui donnent une fumée épaisse, la fritte des pots ou creusets qui étoit destinée à faire un Crystal blanc, ne donne qu'un Crystal opaque; plus ou moins rouge, à proportion de la quantité de vapeurs fuligineuses dont la fritte s'est imbibée.

Il semble qu'en comparant ces deux expériences de Verre teint par le Salpêtre & par le Sel ammoniac en proportions différentes, il ne devroit rester aucun doute sur l'orgine de cette couleur introduite dans le Verre. Cependant on lui donne la même couleur, en lui unissant, à la place du Salpêtre & du Sel ammoniac, une petite portion d'un Crocus de Mars ou Chaux de Fer bien préparée.

Tous ces faits ne suffisent-ils pas pour faire soupçonner que le Salpêtre contiendroit, avec une portion d'ammoniacal urineux, une autre portion de matiere étrangere, qui seroit du Fer en particules extrêmement divisées?

Or, que le Nitre soit uni à un ammoniacal urineux, la probabilité de cette supposition peut être déduite des deux Mémoires que M. Lémery a donnés sur le Nitre en 1717. Il y fait voir que tout le Salpêtre qu'on fabrique en Europe a été originairement un ammoniacal urineux. De plus, en triturant dans un mortier de Verre échauffé, du Nitre bien sec avec du Sel de Tartre, ou avec de la Chaux, on apperçoit au bout d'un quart-d'heure qu'il s'en éleve une vapeur urineuse.

Que tout Sel ammoniac contienne du Fer; la démonſtration n'en eſt pas ſi facile; mais on peut ſans ſcrupule, y ſoupçonner ce métal, ſi l'on fait attention que le Fer monte avec la ſéve des Plantes, & qu'on le retrouve dans leurs cendres; que les Animaux ſe nourriſſent de Plantes, & que de la ſuye de leurs excrémens brulés, on ſublime le Sel ammoniac qu'on nous apporte d'Egypte. Ainſi il ſeroit très poſſible que la petite portion de Fer qui ſeroit cachée dans ce Sel, contribuât autant à la couleur rouge du Verre, dans l'expérience rapportée ci-deſſus, que la Suye de la matiere graſſe ſuperflue dont j'ai parlé.

Je pourrois preſque conclure de tous ces faits, que s'il n'y avoit point d'ammoniacal urineux, ni de Fer dans le Salpêtre, il ne donneroit pas de couleur rouge au Verre. Mais ces expériences de vitrifications colorées ſont étrangeres à ce Mémoire; elles ne ſervent qu'à établir des conjectures, & non pas à donner des preuves.

Je ſuppoſe donc que la portion d'ammoniacal urineux, contenue dans le Salpêtre, raréfiant les parties ferrugineuſes pendant la diſtillation, les diviſe & les diſtribue dans toutes les particules qui forment les vapeurs de l'Eſprit de Nitre, & les teint en rouge par cette diſtribution. Voici une expérience qui ſert en quelque maniere de preuve à ma ſuppoſition, quoiqu'il n'y ſoit pas queſtion de vapeurs.

J'ai pris une diſſolution de Fer faite par l'Eſprit de Nitre, elle étoit rouge & obſcu-

re;

re: j'ai versé dessus de l'Huile de Vitriol, cette dissolution est devenue verdâtre & claire comme de l'eau. J'ai fait tomber peu à peu dans cette liqueur une assez bonne quantité de Sel ammoniac bien pur, la couleur rouge a reparu, en passant successivement par tous les degrés du jaune. N'en peut-on pas présumer que l'ammoniacal urineux sert à tenir exaltée & sensible la couleur rouge du Fer dissout? car il ne faut pas croire que, dans cette expérience, ce soit seulement la matiere huileuse du Sel ammoniac, qui par son union avec l'acide, ait fait reparoître une nouvelle couleur rouge, différente de la précédente. La nouvelle couleur, cette couleur régénérée venoit aussi du Fer qui étoit encore suspendu dans la liqueur, puisque pendant l'expérience il ne s'en fait aucune précipitation.

Mais ce n'est pas assez d'avoir fait voir qu'il n'est pas déraisonnable de soupçonner du Fer dans le Nitre, & encore mieux, dans l'esprit acide de ce Sel, il faut démontrer qu'il existe réellement dans ce dissolvant. Ce que je fais, en détachant la couleur rouge du corps que cet acide aura dissout & teint, & la montrant séparée, après avoir rendu à ce corps sa premiere forme. C'est-là l'objet principal de ce Mémoire.

Avant que de passer à mes expériences, je dois faire observer qu'il n'est pas vrai que les vapeurs de l'Esprit de Nitre ou de l'Eau-forte soien toujours rouges, elles ne le sont que quand on a forcé la matiere étrangere qui les colore, à s'élever.

Car si l'on fait, par exemple, de l'Esprit

de Nitre avec de l'Alun calciné, du Salpêtre bien sec, & du Zinc réduit en limaille, on aura par un feu modéré, qui réussit mieux qu'un feu plus fort, un Esprit de Nitre très actif, qui distillera sans vapeurs rouges, & dont l'effet est tel, qu'il enflamme beaucoup mieux l'Huile de Térébenthine que le second Esprit qui monte ensuite en vapeurs rouges. Ainsi ce n'est pas toujours une condition essentielle de la bonté de l'Esprit de Nitre, que la couleur rouge de ses vapeurs. Le meilleur Esprit de Nitre que M. Geoffroy ait employé pour enflammer les Huiles essentielles de nos Plantes d'Europe, est le premier qui, à l'aide d'une Huile de Vitriol blanche & concentrée, a été dégagé du Nitre bien sec, mis d'abord dans la cornue, & cette premiere distillation se fait sans vapeurs rouges: c'est, pour ainsi dire, l'acide pur du Nitre qui passe le premier; il faut qu'un feu plus fort ou plus longtems continué oblige la matiere colorante à se mêler aux vapeurs. C'est ce qui arrive aussi, si on continue le feu: après avoir séparé le premier esprit, le second monte en vapeurs rouges.

On a aussi ces vapeurs d'un rouge de sang, si on se sert pour intermede d'un Vitriol calciné à rougeur, & qu'on pousse le feu un peu vivement. Ordinairement, dans ce dernier cas, il s'éleve à la suite des vapeurs nitreuses une portion assez considérable de l'acide vitriolique. L'Eau-forte qu'on retire de cette opération, précipite une partie de l'Argent qu'on lui donne à dissoudre, non pas en une Lune cornée qui se dissiperoit au feu, si la préci-

cipitation eût éte occasionnée par quelque portion d'acide du Sel marin, mais en un caillé blanc, grumeleux, difficile à fondre: indice certain que cette chaux d'Argent est unie à un acide vitriolique.

Pour avoir l'Esprit de Nitre ordinaire, on met dans une cornue, comme tout le monde sait, un mêlange composé d'une partie de Salpêtre & de six parties de Terre glaise qui est vitriolique, & contient des parties de Fer. C'est-là une des proportions qui fournissent davantage de cet esprit acide.

L'Eau-forte ordinaire se fait en distillant un mêlange de Salpêtre & de Vitriol vert qui est aussi ferrugineux. Ainsi voila du Fer qu'on ajoute au Fer que j'ai supposé être dans le Nitre, & voici une sorte de preuve de cette addition.

Si on verse sur du Sel de Tartre l'Eau-forte la plus colorée, celle qui sera venue la derniere dans la distillation, on aura un Sel nitreux régénéré, dont il ne faudra mêler qu'une cinquieme partie avec du Verre broyé pour avoir par la fonte un Verre aussi coloré qu'il l'est par l'addition d'une quatrieme partie de Salpêtre ordinaire.

Il monte donc du Fer avec les vapeurs acides par une distillation forcée de l'Eau-forte. Si par un autre moyen que le précédent je retrouve ce Fer, j'aurai prouvé encore mieux ma supposition.

Entre plusieurs préparations mercurielles & colorées, déja connues, j'ai choisi celle du Mercure sublimé de trois couleurs, parce qu'elle est un peu moins connue que celle de

cette

cette poudre caustique qu'on nomme improprement le *précipité rouge*, quoique ces deux préparations soient la même chose, malgré la contrariété apparente des deux termes ou noms qui les désignent.

C'est du sublimé des trois couleurs que Paracelse * & Crollius † font leur *Arcane Corallin.* C'est de ce même sublimé que Kunckel ‡ fait son *Laudanum metallique*, son *Arcanum Mercurii.*

Pour cette opération, ils prennent différentes proportions de Salpêtre, de Vitriol vert calciné au jaune & de Mercure. On éteint le Mercure en le broyant longtems avec le mêlange de ces Sels; on met le tout dans un matras, & l'on place ce vaisseau sur un bain de sable qu'on échauffe par degrés jusqu'à faire rougir le sable. Comme je n'avois pas dessein de faire une préparation qui fût d'usage dans la Médecine; & que je n'avois en vue que la couleur rouge de ces sublimés, je n'ai pas suivi les proportions prescrites par les Auteurs que je viens de citer. J'ai toujours pris partie égale des trois matieres, c'est-à-dire, 2 onces de chacune, & en sublimant voici ce que j'ai observé.

Le Mercure s'éleve en globules presque aussi-tôt que le flegme acide du mêlange. Si le col du matras est court, il s'en évapore une partie avec ce flegme. Ainsi il faut que ce col ait sept ou huit pouces de long.

L'é-

* *Paracelf. in Chirurg. magna.*
† *Crollius. Basilica Chimic.*
‡ *Kunckel. Laborator. Chim.*

L'élevation des globules mercuriels avec le flegme du mêlange des Sels, auſſi-tôt qu'il devient acide, ſemble exiger que je place ici une expérience que je fis il y a deux ans à l'occaſion de quelques Végétations métalliques dont il n'eſt pas queſtion préſentement. On la peut répéter ainſi.

Mettez du Mercure dans une cucurbite de verre: verſez de l'Eau diſtillée ſur ce Mercure. Adaptez un chapiteau & un récipient; faites bouillir l'Eau, jamais le Mercure ne s'élevera tant qu'il y aura de l'Eau deſſus.

Au-lieu d'Eau mettez du Vinaigre diſtillé dans la cucurbite, le Mercure montera avec le Vinaigre en globules ſi fins qu'ils ſeront preſque imperceptibles: ici l'acide végétal, ſoit comme acide, ſoit à l'aide de la partie huileuſe qui lui eſt unie, emporte avec lui le Mercure, ce que l'Eau ne fait pas. Enfin ſi on reverſe ce Vinaigre dans la cucurbite, ſi on diſtille de nouveau, & ſi l'on répete pluſieurs fois la cohobation à proportion de la quantité de Mercure qu'on a mis d'abord dans la cucurbite, on parviendra à le faire paſſer entierement dans le récipient.

Si à l'Eau diſtillée, ſous laquelle le Mercure reſte fixe ou ſans s'élever, on ajoute de l'Eſprit de Nitre en petite quantité, en ſorte qu'on ait à peu-près le degré d'acidité d'un Vinaigre diſtillé ordinaire, le Mercure montera comme il monte avec le Vinaigre.

Si même cet acide nitreux, affoibli par beaucoup d'Eau, a digeré pendant du tems ſur quelque matiere minérale & ſulphureuſe, par exemple ſur du Safre, ſur quelque Pyrite, le

le Mercure montera en particules si fines, quoique non dissoutes, que la liqueur qui les soutient, restera limpide. J'ai actuellement environ une pinte d'Eau legerement acidulée, dans laquelle je sais qu'il y a près de trois gros de Mercure. Cependant dans cette Eau, qui est très claire, il ne s'est fait depuis huit mois aucun autre précipité qu'un petit sédiment cotonneux, qui a peine peseroit trois grains s'il en étoit séparé.

Je croyois être le seul qui eût fait cette observation singuliere; mais en parcourant, il y a quelques jours, le dernier Volume des Transactions Philosophiques, je trouvai au Numero 430, un Mémoire de M. Boerhave sur le Mercure, dans lequel il parle de la volatilité du Mercure avec le Vinaigre, & de sa fixité sous l'Eau commune. Sans ce hazard, on m'auroit reproché de ne l'avoir pas cité, & assurément le reproche auroit été injuste.

Je reviens à l'opération du Sublimé des trois couleurs, & je vais faire voir que cette préparation est la même chose que celle du Précipité rouge, comme je l'ai dit ci-devant. Car les trois sublimés, blanc, jaune & rouge, seroient tous trois également rouges, s'ils avoient été exposés à un même degré de chaleur, comme cela arrive lorsqu'on met sur un feu un peu vif la masse blanche d'une dissolution ordinaire de Mercure, déja coagulée par l'évaporation de l'humidité superflue.

Mais dans l'opération des trois sublimés, la dissolution du Mercure se fait pour ainsi dire en l'air. Il s'éleve en globules infiniment petits, en même tems que les vapeurs de l'Eau

l'Eau-forte. Ces vapeurs ne se trouvant acides, & en pouvoir d'agir comme dissolvant, que quand le feu les a degagées de la masse saline mise au fond du vaisseau, elles rencontrent alors dans la capacité de ce vaisseau le Mercure aussi élevé en vapeurs, elles le dissolvent, & devenant par-là plus pesantes qu'elles ne le seroient sans leur union au Mercure, elles ne peuvent plus enfiler la route du col du matras, & se déposent à sa voute, où le froid de l'air extérieur les condense en sublimé blanc dans la partie élevée qui est la moins chaude, en sublimé jaune dans celle d'au dessous qui l'est un peu plus, & en rouge dans celle d'en-bas qui l'est davantage.

Si on fait l'opération du précipité rouge ordinaire dans une cornue à laquelle on ait adapté un récipient, pour ne pas perdre les vapeurs acides qui s'élevent pendant la dissolution, on observe quelque chose de semblable à l'opération précédente: car on trouve dans le col de la cornue un sublimé blanc, à la voute près du col un sublimé jaune, & plus bas un sublimé fort rouge.

J'ajouterai, puisque l'occasion s'en présente, que si sur la masse du précipité rouge qui reste au fond de la cornue, on verse l'Eau-forte qui a été recueillie dans le récipient, & qu'on répete la distillation jusqu'à parfaite siccité, on aura un précipité rouge, aiguillé & brillant, pareil à celui qu'on tire de Hollande ou d'Angleterre, & plus beau que celui qu'on fait à Paris à la maniere ordinaire.

Ce n'est pas seulement en employant le Vitriol vert dans le mélange des trois matieres

qui

qui donnent les sublimés colorés, qu'on a les trois couleurs; j'ai substitué à ce Vitriol ferrugineux, le Vitriol bleu ou cuivreux, des Cristaux vitrioliques de Zinc, le Vitriol blanc de la Mine de Goslar, l'Alun calciné, chacun au poids de deux onces, enfin l'Huile de Vitriol concentrée & blanche: tous ces mêlanges ont donné des sublimés blanc, jaune & rouge, mais les uns plus, les autres moins.

L'extinction du Mercure s'est faite beaucoup plus vîte, en le triturant avec le mêlange du Salpêtre & du Vitriol bleu, qu'avec le mêlange du Salpêtre & du Vitriol vert; il se forme pendant le broyement une espece d'amalgame avec le cuivre de ce Vitriol, & j'ai trouvé sous le pilon de verre, de petites masses dures qui, détachées & lavées, avoient la couleur d'un amalgame de cuivre.

Le Mercure s'est éteint aussi très vîte avec le Salpêtre & les Cristaux vitrioliques de Zinc, dont j'ai parlé dans mon prémier Mémoire sur ce Minéral. La partie rouge du sublimé a conservé tant qu'elle a été chaude, une belle couleur de pourpre, mais en réfroidissant, cette couleur a disparu, & il n'est resté que la couleur commune à tous les autres sublimés rouges, c'est-à-dire, la couleur de minium.

Je n'ai rien trouvé de singulier, ni pendant la trituration, ni pendant la sublimation du mêlange, où j'avois fait entrer le Vitriol blanc ordinaire ou Couperose blanche d'Allemagne.

Mais il y a une observation digne de remarque qui concerne l'opération par l'Alun cal-

calciné : en le broyant ſeul, je n'ai point apperçu qu'il eût d'odeur ; en le broyant enſuite avec le Salpêtre, il ne s'en eſt point développée qui fût ſenſible, mais auſſi-tôt que le Mercure a commencé à s'éteindre dans ce mêlange, la pouſſiere qui s'en élevoit, m'a paru avoir la même odeur que celle du Vitriol martial calciné au Soleil juſqu'à blancheur.

Après la ſublimation finie, aïant coupé & ſéparé le fond du matras, j'ai trouvé ſur le ſublimé jaune, des aiguilles jaunes, & ſur le ſublimé rouge, des aiguilles rouges, qui étoient preſque toutes longues de deux lignes & demie.

Je n'ai pas eu de ſemblables aiguilles avec les Vitriols, mais j'en ai trouvé toujours lorſque j'ai employé l'Alun calciné ; car chacune de ces opérations a été répétée au moins trois fois.

Enfin pour la derniere des ſublimations dont j'ai parlé, je me ſuis ſervi de l'Huile de Vitriol à la place des Vitriols & de l'Alun. Mais comme elle étoit très concentrée, j'ai eu de la peine à trouver la proportion qui convenoit, pour qu'il en réſultât une ſublimation colorée ; & la réuſſite de cette opération dépendant abſolument de la maniere de la faire, il eſt néceſſaire que je la décrive.

J'ai éteint deux onces de Mercure avec deux onces de Nitre bien ſec, ce qui a duré près de ſept heures ; j'ai mis ce mêlange dans un matras, & j'ai verſé deſſus goutte à goutte, ſix gros de mon Huile de Vitriol, en me ſer-

servant d'un entonnoir à long canal, un peu recourbé par l'extrémité, pour porter plus aisément ces gouttes sur toute la surface de la poudre qu'il falloit humecter avec cet acide le plus également qu'il étoit possible; car on sent bien qu'il ne convenoit pas d'ajouter l'Huile de Vitriol au mêlange avant qu'il fût dans le matras, à moins qu'on ne voulût courir le risque de respirer les vapeurs nitreuses qui s'en élevent dans l'instant que cette liqueur le touche.

J'ai laissé ce mêlange en digestion froide jusqu'au lendemain, que j'ai trouvé plusieurs globules de Mercure à la surface de la partie du Nitre qui étoit la mieux humectée par l'Huile de Vitriol, & la plupart de ces globules végétoient en arbrisseaux. J'ai fait la sublimation comme les précédentes, en augmentant le feu pas degrés jusqu'à faire rougir le sable, & j'ai eu le sublimé des trois couleurs, peu de blanc, mais autant de rouge que de jaune. Comme les six gros d'Huile de Vitriol n'avoient pas pu humecter également tout le mêlange du Nitre & du Mercure, la partie du Nitre qui n'avoit pas été touchée par l'acide vitriolique s'est fondue & remise en une masse blanche. J'ai été obligé de refaire trois fois ce procedé pour avoir une suffisante quantité de sublimé; lorsque j'ai mis plus de six gros d'Huile de Vitriol sur un mêlange de deux onces de Nitre & de deux onces de Mercure, je n'ai pu avoir de sublimé, l'acide vitriolique chassant trop vîte l'acide nitreux, & presque sans feu, le Mercure, faute de chaleur suffisante, n'a pu être

élevé

élevé dans la capacité du Vaisseau; & par conséquent n'a pu être dissout par les vapeurs nitreuses, auxquelles il ne s'est pas trouvé exposé: ce Mercure étant resté dans le fond du vaisseau avec le reste du mélange pendant l'évaporation de la plus grande partie de ces vapeurs, s'en est trouvé d'autant mieux exposé à l'action de l'acide vitriolique qui l'a calciné, & réduit en Turbith, & effectivement il m'est resté dans le matras, une masse saline jaune, que j'ai dissoute dans l'eau bouillante pour en séparer le Nitre non décomposé, & j'ai trouvé précipitée au fond du vaisseau, une poudre jaune qui est un fort beau Turbith.

Lorsque je ne mets que la dose nécessaire d'Huile de Vitriol, il n'y a que les premieres surfaces de la masse nitreuse qui se décomposent & qui abandonnent leur acide sans feu. Il faut que la chaleur aide le reste à se décomposer, & cette chaleur devenant successivement & par degrés assez forte pour élever le Mercure, en même tems que les vapeurs nitreuses, il se fait une dissolution de ce Mercure dans la partie vuide du vaisseau, un dépôt de cette dissolution contre les parois, une condensation par le froid de l'air extérieur, & par conséquent un enduit coloré qu'on nomme *sublimation*.

En ajoutant à ces trois sublimés, rassemblés & broyés ensemble, une nouvelle dose proportionnée de Nitre sec & de Vitriol calciné au jaune, c'est-à-dire, environ le tiers de ce que j'en avois employé d'abord, j'ai augmenté le rouge des sublimés, & en répétant l'opération six ou sept fois, toujours en ajou-

tant

tant de nouveau Nitre & de nouveau Vitriol, j'ai eu un ſublimé rouge cryſtallin beaucoup plus foncé qu'il ne l'étoit après les premieres ſublimations, & qui laiſſe, en le révivifiant, plus de Fer au fond de la cornue, que lorſqu'il n'a été ſublimé que du premier mêlange.

On augmente de même la couleur du précipité rouge ordinaire, en diſtillant pluſieurs fois deſſus, de nouvelle Eau-forte; ainſi je crois avoir fait voir la conformité de ces deux opérations, dont le produit eſt déſigné par les noms de *ſublimé* & de *précipité*.

Pour détacher la couleur rouge de ces ſublimés, il faut les fixer, ou pour mieux dire, les empêcher de ſe ſublimer davantage à la chaleur du bain de ſable. On le peut par deux moyens. Le premier, c'eſt de les broyer avec un poids égal de Nitre ou Salpêtre, & de rendre ce mêlange fluide par un bon feu: on trouve dans le matras refroidi, une maſſe ſaline rouge qui reſſemble à un pain de Cire d'Eſpagne. En verſant deſſus de l'eau bouillante, le Salpêtre ſe diſſout, la poudre rouge mercurielle ſe précipite, & cette poudre précipitée reſte fixe au bain de ſable: lorſqu'elle eſt bien édulcorée par pluſieurs eaux chaudes, elle eſt ſans âcreté, & n'a qu'un goût ſtiptique. Le précipité rouge ordinaire traité de même, s'adoucit comme le ſublimé rouge, & peut-être eſt-ce un moyen aſſez facile de le faire entrer dans les remedes qu'on donne intérieurement pour certaines maladies. C'eſt à ceux, à qui les malades ont recours, qu'il appartient d'en faire les épreuves.

Le ſecond moyen, mais plus long que le pré-

prémier, c'eſt de ſublimer deux ou trois fois ces ſublimés broyés enſemble ſans addition. A la troiſieme fois qu'on les met au bain de ſable, il ne s'en ſublime plus rien. En cet étát la couleur rouge s'eſt, pour ainſi dire, fixée ſur le Mercure, parce que l'acide excédent qui ſervoit encore à élever une portion du Mercure enduit de cette couleur, s'eſt diſſipé peu à peu pendant ces ſublimations répétées.

Il s'agit préſentement de ſéparer cette couleur rouge, cet enduit qui empêche la réunion des globules mercuriels. Je mets dans une cornue la poudre rouge édulcorée de chacun des ſublimés; je joins exactement à cette cornue un récipient à demi-plein d'Eau. Je place la cornue à feu nud dans un fourneau de réverbere où je la chauffe par degrés juſqu'à la faire rougir. Tout le Mercure en ſort, & paſſe révivifié dans le récipient, & il me reſte dans la cornue une poudre rouge ou rougeâtre qui ne blanchit ni le Cuivre ni l'Or, & qui par conſéquent n'eſt plus mercurielle. Cette poudre étant calcinée d'abord ſeule, & enſuite avec quelque matiere graſſe, eſt attirée en tout ou en partie par le couteau aimanté. Donc c'eſt du Fer.

La poudre rouge, provenant du ſublimé fait par le Vitriol martial, m'a laiſſé 5 grains ½ d'une poudre fort rouge, qui calcinée, comme je viens de le dire, a été totalement enlevée par le couteau aimanté.

Celle qui provenoit du ſublimé fait par les criſtaux vitriolique de Zinc, a laiſſé 5 grains ½ d'une poudre griſâtre parſemée de points rouges.

ges. Après sa calcination, le couteau aimanté n'en a enlevé que le tiers ou environ.

La poudre qui venoit du sublimé par l'Alun, a laissé 6 grains d'une poudre couleur de roses. La couleur rouge étoit délayée & étendue dans la Terre, base ordinaire de ce Sel vitriolique, dont une portion s'étoit apparemment élevée pendant la sublimation. De ces 6 grains calcinés, le couteau aimanté n'en a attiré au plus que le quart.

La poudre provenant du sublimé par la Couperose blanche, m'a laissé si peu de résidu dans la cornue, que je n'ai pu l'examiner.

Celle qui venoit de la sublimation par le Vitriol bleu, m'a donné 4 grains d'une poudre grise cendrée, qui calcinée, a laissé enlever par le couteau aimanté environ un grain & demi de Fer. Sur le reste j'ai versé de l'Esprit de Vitriol qui a fermenté légerement, mais qui ne m'a pas paru se colorer. J'ai versé dessus de l'Esprit volatil de Sel ammoniac qui s'est légerement coloré en bleu, par conséquent il s'étoit sublimé une petite portion de Cuivre pendant l'opération.

Enfin la poudre provenant du Mercure sublimé rouge par l'Huile de Vitriol concentrée & blanche, m'a laissé 3 grains & demi d'une poudre fort rouge, dont une partie ayant été calcinée, a été totalement enlevée par le couteau aimanté; j'ai conservé le reste sans le calciner, pour servir de preuve.

Je crois que toutes ces expériences démontrent assez bien qu'il y a du Fer dans l'Eau-forte; car on ne soupçonnera pas que celui que je trouve déposé sur la poudre mercurielle

dont

dont il est question, puisse venir du Mercure : tous les Chimistes savent que le Mercure ne s'amalgame point avec ce métal ; d'ailleurs le Mercure dont je me suis servi pour mes sublimations, avoit été révivifié du Cinabre, & ensuite purifié en le faisant bouillir légerement avec le Vinaigre & le Sel commun.

Il auroit été beaucoup plus simple de chercher l'origine de ce Fer dans les matieres vitrioliques qu'on mêle avec le Nitre pour en chasser l'esprit acide, que d'en supposer une partie existante dans ce sel, comme je l'ai fait au commencement de ce Mémoire. Mais l'expérience de la teinture du Verre en rouge, qui se fait par le Salpêtre comme par les Chaux ferrugineuses, auroit toujours laissé une difficulté à laquelle il n'étoit pas aisé de répondre sans cette supposition, qui d'ailleurs peut fort bien s'accorder avec l'origine de ce sel. On le tire, comme on sait, des Plâtras des vieux bâtimens, des étables, des écuries, où des morceaux de Fer se sont rouillés, se sont détruits. De plus dans les fabriques de Salpêtre, on employe les Cendres de bois neuf pour le purifier, & M. Lémery a fait voir dans un de ses Mémoires sur le Fer, que toutes les Cendres contenoient de ce métal.

Mais comment se peut-il faire qu'une si petite quantité de matiere ferrugineuse teigne un volume considérable de vapeurs acides, & comment la petite quantité qu'en peuvent contenir trois onces d'Eau-forte, par exemple, pourra-t-elle réduire une once de Mercure en une masse saline dont toutes les par-

ties soient également rouges? J'avoue qu'il est difficile de répondre à cette question sans admettre la supposition d'un Ammoniacal urineux uni intimement au Salpêtre, & qui puisse rarefier les particules ferrugineuses de l'Eau-forte. J'ai déja fait voir que cette supposition devenoit quelque chose de plus réel qu'une supposition, par l'expérience de la trituration du Salpêtre avec un alkali fixe, puisqu'il s'en développe une odeur urineuse. En voici une autre qui prouve encore, à la vérité du plus au moins, que l'Ammoniacal doit avoir part à la couleur rouge des vapeurs de l'acide nitreux. Saoulez de l'Eau-forte, faite de Nitre & de Vitriol, & distillée par un grand feu, d'autant de Sel ammoniac qu'elle en pourra dissoudre, elle donnera des vapeurs d'un rouge beaucoup plus foncé qu'il n'étoit lorsqu'on la chauffoit avant cette addition. Mettez une pareille quantité de Sel ammoniac dans de l'Esprit de Vitriol, & distillez, vous n'aurez que des vapeurs blanches: donc il faut que ce soit l'acide nitreux qui soit uni à l'ammoniacal urineux pour que les vapeurs soient rouges. Mais pourquoi un tel mélange donne-t-il des vapeurs rouges? C'est qu'il y a du Fer dans cette Eau-forte, & que l'ammoniacal sublime les métaux en rouge.

Les deux expériences suivantes prouvent cette propriété de l'ammoniacal urineux; la prémiere est de Kunckel. Dans l'Eau-forte, saoulée de Sel ammoniac dont je viens de parler, dissolvez du Plomb en copeaux; retirez plusieurs fois cette Eau-forte par distillation, & la cohobez, vous aurez des cristaux d'un

très

très beau rouge qui se sublimeront en partie si vous poussez le feu. A la vérité ces cristaux se réduisent en liqueur si on les expose à l'air. Cette couleur dépend donc & de l'acide du Nitre & de son mélange avec l'acide vitriolique & avec le Sel ammoniac, car l'Esprit de Nitre pur & distillé blanc du Nitre sec par le moyen de l'Huile de Vitriol, ne fait pas le même effet, soit que dans la même expérience on l'employe seul, soit qu'on ne l'employe qu'après l'avoir saoulé de Sel ammoniac. C'est donc vrai-semblablement au Sel ammoniac qu'est due en partie cette couleur rouge des cristaux de Saturne dont je viens de parler : mais ce n'est ni au Sel ammoniac ni à l'Esprit de Nitre seuls, puisque sans l'acide vitriolique qui est monté avec l'Eau-forte on n'auroit pas cette rougeur.

Pour la seconde expérience, il faut dissoudre de l'Or dans une Eau régale faite d'Esprit de Nitre & de Sel ammoniac. Lorsque la dissolution est finie, on la verse dans un petit alembic tubulé, & l'on fait tomber dedans peu-à-peu une petite quantité de Sel ammoniac comme de 30 à 40 grains sur trois onces de dissolution, après quoi l'on verse sur le tout une once d'Huile de Vitriol goutte à goutte, parce qu'il se fait une violente fermentation. Lorsqu'elle est appaisée, on distille à très petit feu jusqu'à ce que la dissolution soit en consistance de miel & paroisse d'un beau rouge : on cohobe le dissolvant sur ce qui reste dans le vaisseau tubulé, ce qu'on répete neuf ou dix fois, en ajoutant à chaque fois huit ou dix grains de Sel ammoniac

 bien

bien pur. Si à la dixieme fois on continue le feu, l'Or se sublime dans le chapiteau en panaches rouges comme le plus beau Carmin. Il faut empêcher que l'air extérieur ne s'y introduise, car ces cristaux se réduisent très vîte en un *deliquium* ou liqueur jaune, & quelques moyens que j'aye employés, je n'ai jamais pu resublimer cette liqueur jaune en cristaux rouges secs, elle a toujours passé en liqueur jaune par le bec du chapiteau.

Si je me sera d'une Eau régale composée d'Esprit de Nitre & d'Esprit de Sel, je parviens bien, en ajoutant l'Huile de Vitriol, & par des distillations répétées, à faire passer l'Or par le bec du chapiteau, mais je ne puis jamais avoir la sublimation d'Or rouge sans l'addition du Sel ammoniac.

Il faut, pour que cette sublimation de l'Or réussisse, se servir comme je l'ai dit, d'un alembic de verre dont la cucurbite & le chapiteau tubulé ayent été soufflés d'une seule piece, & que le bouchon de verre qui ferme l'ouverture qui est au haut du chapiteau soit bien ajusté, sans quoi les cristaux rouges se dissolvent a mesure qu'ils se subliment.

Ces deux expériences prouvent bien que par l'addition du Sel ammoniac, on peut sublimer quelques métaux en rouge, mais elles ne suffisent pas pour rendre raison de la *coloration* ou teinture des vapeurs acides nitreuses ordinaires, qui n'ont dissout ni Plomb ni Or.

Il faut donc que j'aye recours au Fer pour répondre a cette objection que j'ai cru devoir

voir prévenir. Lorsque je mets de l'Eau-forte un peu concentrée dans un alembic tubulé, pareil à celui dont je viens de parler, & que je fais tomber dans ce dissolvant, foiblement échauffé par un feu de lampe, de petits morceaux de fil de Fer, il se fait une dissolution de ce métal avec une fermentation très vive; non-seulement les vapeurs qui s'élevent, sont plus rouges que si je chauffois l'Eau-forte seule, mais ce qui s'en condense tombe en gouttes rouges par le bec du chapiteau. On ne pourra pas nier que ce ne soit le Fer qui teigne ces vapeurs, & la liqueur qui en distille.

Pourquoi ce qui fait ici le plus, ne pourra-t-il pas faire le moins, lorsque l'Eau-forte n'aura que la portion de Fer, ou qu'elle aura emprunté de l'intermede de la distillation, ou que le Salpêtre aura pu fournir de sa part à son acide, en supposant que ce Sel en contienne? Mais je fais agir aussi la portion d'ammoniacal urineux, que j'ai supposé uni au Salpêtre, & je le fais contribuer à la coloration des vapeurs nitreuses. Voici encore une expérience qui prouve que ma supposition n'est pas trop hazardée. Je broye une once de Sel ammoniac bien pur avec de la rouille de Fer, je sublime ce mêlange, & les vapeurs qui sortent du matras, sont d'un rouge assez obscur. Si la cause des vapeurs rouges de chacune de ces deux expériences se trouve réunie dans l'opération ordinaire de l'Eau-forte, je n'ai pas eu tort d'y supposer le Fer & l'ammoniacal urineux.

On me demandera peut-être encore (en

admettant même mes deux suppositions) pourquoi le Fer, dont la couleur naturelle n'est pas la rouge, rougit-il les vapeurs nitreuses? Ce seroit aux Physiciens à répondre à cette question, elle est dépendante de la théorie des couleurs : quant à moi, je ne me sens pas en état d'y satisfaire autrement que par des expériences comparées, dont je ne prétends pas rendre raison, je sais seulement que le Fer en se rouillant, prend une couleur jaune, que si je le calcine à un feu long & violent, il se réduit en un crocus pourpre. Ces changemens de couleur dépendent du dérangement des parties de ce métal ; ainsi dérangées, ces parties réfléchissent différemment les rayons de la lumiere.

Dans l'Esprit de Vitriol, le Fer passe successivement à des couleurs différentes, quand cet acide a dissout suffisamment de Fer, il prend une couleur verte, cela est connu, il s'y forme des cristaux de Vitriol martial qui sont verds aussi ; mais si on laisse cette cristallisation pendant six mois dans le matras où elle s'est faite, les cristaux se redissolvent dans la liqueur, & cette liqueur devient jaune. Mettez cette liqueur sur un bain de sable doux, elle deviendra rouge, & même d'un rouge assez foncé, & il s'en précipitera une poudre noire. Je ne cite cette expérience que relativement aux changemens successifs de couleurs, elle mérite un éxamen particulier, qui sera le sujet d'un autre Mémoire. Il en résulte quant à présent, que quand le tissu du Fer est dérangé jusqu'à un certain point par quelque acide que ce soit, la chaux de ce métal prend

prend ou peut prendre une couleur rouge: or ce tissu naturel du Fer est détruit dans l'Eau-forte, si le Fer y existe, il y existe en chaux: que le feu remette les parties de l'Eau-forte dans une agitation violente, la couleur rouge de la chaux ferrugineuse pourra reparoître dans les vapeurs qui ne sont que l'Eau-forte rarefiée, & cette couleur disparoîtra aussi-tôt que cette agitation violente cessera.

A l'égard de la fixation de la couleur des vapeurs nitreuses dans le précipité rouge de Mercure, il me semble que tout ce que j'ai dit précédemment, pourroit suffire pour en rendre raison; mais le Mercure seul & sans addition, prend dans une lente calcination, la forme d'une poudre rouge, qu'on nomme précipité *per se*, ce n'est pas le dépôt de sa matiere colorante des vapeurs de l'Eau-forte qui le rougit, il faut donc qu'il y ait une autre cause de cette couleur. On pourroit répondre qu'un long feu développe son soufre, & le fait sortir de l'intérieur de ses globules pour en enduire les surfaces; ou que, suivant le sentiment de M. Lémery, ce sont les parties de feu qui s'y sont introduites pendant la calcination, qui lui ont donné la couleur rouge. Que ce soit de cette maniere ou d'une autre que ce changement de couleur arrive, toujours est-il vrai qu'il s'en sublime une matiere rouge par un feu très violent, & cette matiere rouge est plus ou moins abondante, à proportion de la pureté du Mercure. Celui qu'on employe tel qu'on l'achete, en fournit beaucoup plus que les mercure ressuscité du Cinabre.

Il resulte enfin de toutes mes expériences, que puisque j'ai trouvé du Fer dans les sublimés rouges, j'ai dû présumer qu'il y avoit du Fer dans l'Esprit de Nitre, & dans l'Eau-forte ordinaires.

Qu'en conséquence des expériences des Verres colorés, j'ai pu soupçonner du Fer dans le Salpêtre.

Que par celles des sublimations rouges de l'Or & du Plomb, occasionnées par le Sel ammoniac uni aux acides j'ai pu croire par analogie, qu'il y avoit un ammoniacal urineux dans le Salpêtre, & que cet ammoniacal urineux contribuoit à la teinture des vapeurs de l'Eau-forte en rarefiant la matiere ferrugineuse que j'y suppose.

Que je puis soupçonner aussi que le Mercure contribue de lui-même à la couleur rouge des préparations mercurielles dont j'ai parlé, puisqu'il rougit seul & sans addition, & que du precipité *per se* je sépare une matiere rouge.

Mais sur-tout il me paroît qu'il est probable que le Fer est la principale matiere colorante des sublimés rouges, puisqu'en revivifiant le mercure de ces sublimés, il me reste du Fer.

Je n'ai garde de conclurre affirmativement sur tout le reste, parce que je n'ai jamais eu dessein de présenter ce Mémoire que comme un recueil de conjectures autorisées le mieux qu'il m'a été possible par des expériences qui sont des faits certains, d'où l'on peut partir pour en tirer, si l'on veut, d'autres conséquences que les miennes.

A

A l'égard des têtes-mortes de quelques-unes des sublimations dont j'ai parlé dans ce Mémoire, elles pourront me conduire à une découverte; car outre le Tartre vitriolé qui se cristallise dans leur lessive évaporée, il s'y forme une autre espèce de Sel figuré en graine de chardon, & qui par quelques épreuves, m'a paru être mercuriel. J'ai un Sel figuré de même dans la liqueur de l'Ether non rectifié; l'examen de l'un & de l'autre est ce qui m'occupe présentement: si celui de l'Ether est mercuriel, comme celui des têtes mortes, le Mercure ne pourroit venir que de l'Huile de Vitriol qui entre dans la composition de cette liqueur, & dans ce cas ce seroit un fait nouveau dont j'enrichirois la Chimie, mais je n'ose encore m'en flatter.

## METHODE DE TROUVER LA HAUTEUR DU POLE, ET LA DECLINAISON DES ETOILES

*Qui n'est pas sujette à la Réfraction.*

Par M. MARALDI.*

LA réfraction est un des plus grands obstacles pour la perfection de l'Astronomie;

* 7 Mars 1736.

mie, car en élevant les Astres, elle nous empêche de connoître leur véritable situation dans le Ciel, dont nous avons souvent besoin dans les pratiques d'Astronomie, & particulierement dans la recherche de la hauteur du Pole; car on se sert ordinairement dans cette recherche des hauteurs des Astres: ainsi toutes les méthodes où l'on employe la hauteur des Astres sont sujettes aux erreurs de la réfraction. La méthode que je propose est exempte des réfractions, & paroît simple du moins dans la théorie. On trouve par la même méthode, la déclinaison & la réfraction des Astres.

Soit $AZPE$ le Méridien, $EQ$ l'Equateur, $DE$ l'Horizon, $P$ le Pole boréal du Monde, $Z$ le Zénith. La méthode dépend de la solution du triangle $ZPS$, qu'on trouvera de cette maniere.

On choisira une Etoile qui passe au Zénith en $Z$, dont on marquera l'instant à une Pendule bien reglée, & le même jour, c'est-à-dire quelques heures après le passage de cette Etoile au Zénith, on observera son azimuth, ou l'angle $PZS$, & on marquera le moment de cette observation à la même Pendule. Par le moyen de ces observations, on trouvera les trois angles du triangle sphérique $ZPS$; car par l'intervalle du tems écoulé depuis le passage de l'Etoile au Zénith jusqu'à l'observation de l'azimut, on a l'angle au Pole $ZPS$, mais on a observé l'angle $PZS$, qui est égal à l'angle $PSZ$, parce que les côtés $PZ$, $PS$ sont égaux étant les rayons du cercle paralléle de l'Etoile. Donc dans le triangle sphérique

rique $PZS$, on connoît ces trois angles. Donc on trouvera les trois côtés dont le complément à $PZ$ est la hauteur du Pole, & le complément à $PS$ est la déclinaison de l'Etoile.

On voit que cette méthode n'est point sujette à la réfraction, puisque la réfraction élevant les Astres verticalement, l'angle $PZS$ n'est point altéré; elle est très simple, il ne s'agit que d'un bon instrument azimutal, ou un autre quelconque pour prendre l'angle $PZS$.

Il est rare cependant de trouver des Etoiles considérables au Zénith, car il faudroit une Etoile de la 3me. grandeur au moins, pour pouvoir l'observer commodément la nuit; mais comme la hauteur du Pole est un des principaux élemens de l'Astronomie, on pourroit se transporter à un endroit qui auroit une Etoile au Zénith; car la hauteur du Pole étant bien déterminée, & la déclinaison de quelque Etoile, on trouvera plusieurs moyens de trouver la réfraction dont on construira des Tables qui serviront pour les lieux aux environs.

On peut aussi résoudre ce Problême par le moyen des Etoiles qui sont éloignées du Zénith, mais la méthode devient plus composée, plus difficile, & par conséquent moins exacte dans la pratique; car pour les Etoiles dont le parallele est entre le Pole & le Zénith comme dans la seconde Figure $KQ$, il faut observer leur azimut dans la digression au point $S$, ou les observer deux fois dans un même jour au même vertical, comme dans

la troisiéme Figure aux points *S*, *s*. Dans le premier cas ayant marqué le tems du passage de l'Etoile par ce Méridien, & celui de l'observation de l'azimut *ZSL* qui touche le parallele de l'Etoile au point *S*, on aura les angles *ZPS*, *SZP*, mais l'angle *PSZ* est droit; donc dans le triangle *ZPS* on aura les trois angles; donc on trouvera les trois côtés dont le complément au côté *ZP* est la hauteur du Pole, & le complément à *PS* est la déclinaison de l'Etoile: mais il n'est pas aisé de déterminer l'instant auquel l'Etoile arrive au point *S*; car les Etoiles proche de la digression s'éloignent insensiblement du Méridien, elles font même quelque tems sans changer de vertical, & par conséquent je crois qu'on peut se tromper de quelques secondes.

Dans le second cas on marquera le tems du passage de l'Etoile par le Méridien, & par les deux points *S*, *s* du vertical *ZS*, qui coupe le parallele en deux points un peu éloignés l'un de l'autre, & on comprendra l'angle *PZS*, on divisera l'angle *SPs* en deux, & on tirera la perpendiculaire *PB*, on aura l'angle *SPB*, qui étant ajouté à l'angle *ZPS*, donnera l'angle *ZPB*, mais l'angle *PBZ* est droit; donc dans le triangle *BPZ* tous les angles seront connus; donc on trouvera les trois côtés.

Mais pour les Etoiles dont la déclinaison est moindre que la distance de l'Equateur au Zénith, il faudra observer l'azimut de ces Etoiles, avant & après leur passage au Méridien, sur un même vertical qui coupe le Mé-

ridien

ridien obliquement. Soit $SMs$ un parallele d'une Etoile, $P$ le Pole, $Z$ le Zénith, $MZP$ le Méridien, $SZs$ le vertical de l'Etoile. On observera à une Pendule bien réglée l'instant que l'Etoile arrivera en $S$, l'instant de son passage au Méridien, & lorsqu'elle arrivera en $s$, & on aura l'angle $SPs$; on observera avec l'instrument les angles $PZS$, & $PZs$, on divisera l'angle $SPs$ en deux, & on tirera la perpendiculaire $PB$. De l'angle $SPB$, on ôtera l'angle $SPM$, & on aura l'angle $ZPB$, mais dans le triangle rectangle $ZPB$ on a observé $PZB$, donc on a les trois angles, donc on trouvera les trois côtés, dont le complément à $PZ$ est la hauteur du Pole, & le complément à $PB$ est la déclinaison de l'Etoile.

On voit que pour trouver la réfraction des Astres, il suffit d'observer la hauteur de l'Etoile en même temps que l'azimuth, car par la solution du triangle $PZS$ on trouvera le côté $ZS$, distance de l'Etoile au Zénith, dont la différence au complément de la hauteur observée sera la réfraction. Donc en se servant de l'instrument azimutal, tel qu'il est décrit dans la Méchanique de Tycho, & qu'on pourroit peut-être perfectionner, on trouvera aussi facilement la réfraction des Astres, que la hauteur du Pole & la déclinaison des Etoiles.

La précision qu'on peut attendre de ces méthodes, dépend de celle des observations; c'est le sort de toutes les méthodes astronomiques, ainsi celles où l'on employe moins d'observations, sont moins sujettes à erreur. C'est par

par cette raiſon que je préférerai la prémiere de ces méthodes aux autres, quoique une erreur dans l'angle au Zénith influe auſſi dans l'angle en *S*, parce que par la conſtruction on prend l'angle *PSZ* égal à l'angle *PZS*. La ſeconde méthode feroit préférable à celle-ci, ſi on étoit ſûr de déterminer exactement le point & l'inſtant de la digreſſion, parce que l'erreur qu'on feroit dans l'angle au Zénith, tomberoit ſur celui-là ſeul, l'angle en *S* étant droit; mais il me paroît difficile, comme j'ai dit ci-deſſus, de déterminer l'inſtant & le point de la digreſſion, & je crains qu'on ne tombe dans de grandes erreurs, car une ſeconde de tems en vaut quinze de degrés; ainſi en ſe trompant de quatre ſecondes de tems dans la détermination de la digreſſion, on ſe tromperoit d'une minute de degré dans l'angle *ZPS*, & quatre ſecondes de tems ſont bientôt paſſées. Je crois que la prémiere méthode on peut déterminer cet angle très exactement, car on peut prémierement déterminer le paſſage de l'Etoile au Méridien par le moyen des hauteurs correſpondantes priſes avant & après ſon paſſage au Méridien. Nous avons ſouvent déterminé l'heure du midi dans la ſeconde par le moyen de pluſieurs hauteurs correſpondantes du Soleil, ainſi je ne doute point qu'on ne puiſſe arriver à cette préciſion dans la détermination du paſſage de l'Etoile au Méridien. Il y a, en ſecond lieu, des Pendules qui étant une fois bien réglées au moyen mouvement, vont pluſieurs jours ſans ſe déranger, ainſi en ſe ſervant d'une de ces Pendules bien vérifiée, on peut s'aſſurer très pré-

ci-

cisément de l'intervalle entre le passage de l'Etoile au Méridien & l'observation de l'azimut. Il est difficile de juger de la précision qu'on peut attendre dans l'angle au Zenith, parce qu'elle dépend de la grandeur & exactitude de l'instrument azimutal, comme aussi de l'exacte position de cet instrument, qui doit être telle, que la ligne qui passe par le centre de l'instrument, & par les points 0 & 180 de la division, concourre avec la ligne méridienne, ce qui me paroît très difficile à exécuter, & je suis surpris comment on ait pu placer le Pilier de Montmartre aussi exactement qu'il est rapporté dans le Traité de la Mesure de la Terre; je n'oserois me promettre une telle précision dans la position d'un Instrument azimutal, quoique la difficulté m'en paroisse moindre. La situation de ce Pilier vérifiée en 1683 par les observations de la Chevre & par celles du Soleil, a été trouvée à un quart de secondes de tems, ou 30″ 45‴ de degré dans le plan du Méridien; dont les observations de la Chevre le faisoient plus oriental, & celles du Soleil plus occidental.

A l'égard de la précision de l'Instrument, on voit que plus il sera grand, & plus il sera exact. Je ne connois l'Instrument azimutal que par la description que j'en ai vue dans Tycho. Un Instrument construit de la façon de Tycho, me paroît une véritable Machine, je ne crois pas que la construction en puisse être exacte, & par conséquent qu'on puisse avoir beaucoup de précision par cet Instrument, & je pense qu'on pourroit y substituer un simple Cercle horizontal qui auroit une Alidade mobile

bile au centre comme la planchette, & à cette Alidade seroit attachée par un genou une Lunette, qui outre le mouvement horizontal qui lui seroit communiqué par l'Alidade, auroit un mouvement vertical. Il me semble qu'il seroit plus aisé de construire cet Instrument avec exactitude, & de vérifier son mouvement vertical, que l'Instrument azimutal de Tycho.

Mais avec tous les avantages & facilités qu'on pourroit se procurer, on seroit, je pense, bien heureux, si on pouvoit observer l'angle azimutal à 5 secondes près; or une erreur de 5 secondes dans l'angle azimutal, qui influe aussi dans l'angle en *S* dans la premiere méthode, ne laisse pas de produire une erreur de 20 secondes dans la hauteur du Pole & dans la déclinaison de l'Etoile à la latitude de Paris, supposant l'angle au Pole de 45 degrés. Ce qui me persuade que cette méthode, quoique très-simple dans la théorie, & exempte de réfraction, peut être plus défectueuse que les méthodes ordinaires, parce que sa pratique n'est pas susceptible de la précision requise.

QUEL-

Fig. 2.

Z K P S B Q L

Fig. 4.

M S Z B s P

Fig. 4.

C
F
E
B
G
A

3.

Fig. 7.

C
H
K
D
E
G
F
I

S
R
T

Fig. 10.

P
D
G
C
E
B
L
H
I

# QUELQUES EXPERIENCES

*Sur la Liqueur colorante que fournit la* POURPRE, *espece de Coquille qu'on trouve abondamment sur les Côtes de Provence.*

Par M. DU HAMEL. *

LE cas que les Anciens faisoient de la couleur pourpre qu'ils tiroient de quelques especes de Coquillages, a engagé plusieurs Auteurs anciens à faire mention dans leurs écrits de cette espece de Teinture qu'ils regardoient comme si précieuse, qu'elle faisoit de leur tems une des principales marques de dignité. Mais comme ces Auteurs s'attachoient plus à exposer le merveilleux & à faire l'éloge des choses, qu'à les décrire avec exactitude, il arrive presque toujours que les ouvrages des Anciens excitent notre curiosité sans la satisfaire. Aussi ce qu'Aristote & Pline ont écrit de cette précieuse Teinture a-t-il engagé plusieurs Modernes à faire sur ce sujet des Commentaires & des Dissertations littéraires, curieuses à la vérité, mais peu propres à nous mettre en état de profiter d'une Teinture, qui, comme on le verra dans la suite, a des avantages qui lui sont particuliers. Un Anglois de la Société Royale de Londres, a cru devoir suivre cette recherche en Physicien,

* 23 Juin 1736.

ficiens, & il a commencé à éclaircir beaucoup cette matiere par des expériences curieuses qu'il a faites sur une espece de *Buccinum*, qui est commune le long des Côtes d'Angleterre.

On peut voir dans le Recueil des Mémoires de l'Académie de 1711 le travail que M. de Reaumur a fait sur le même sujet, les expériences qu'il a faites sur une autre espece de *Buccinum*, & la découverte qu'il a faite d'une multitude de petits corps qu'il appelle des *Oeufs de Pourpre*, & dont il a retiré une teinture semblable à celle du Buccinum : mais en même tems que M. de Reaumur éclaircit cette matiere, il fait sentir la difficulté qu'il y auroit à faire usage du Buccinum pour les Teintures, le travail immense qu'il y auroit, & l'énorme quantité de Buccinum qu'il faudroit pour teindre des pieces d'Etoffes avec des Poissons qui ne fournissent qu'une goutte de liqueur colorante, qui même par sa viscosité & d'autres circonstances particulieres, est extrêmement difficile à employer. A cet égard il est probable que les Anciens avoient un moyen de tenir cette liqueur en dissolution, de la conserver sans qu'elle se gâtât, peut-être même de la retirer de l'animal avec plus de facilité : mais leurs procedés nous sont inconnus, du moins ils ne nous réussissent pas ; & quand nous découvririons les véritables, ils ne feroient que nous faciliter les moyens d'employer cette liqueur, mais ils ne pourroient pas diminuer le nombre prodigieux de Poissons qu'il faudroit pour teindre des pieces d'Etoffes, circonstance qui me paroît seule capable de faire négliger cette Tein-

ture

ture dans le tems présent, où l'on peut avoir recours à d'autres matieres, & où l'on jouit de la Cochenille, qui a à la vérité le défaut de ne pas donner des Teintures si solides & si durables, mais qui sera toujours très estimée, à cause qu'elle fournit des couleurs très éclatantes.

Il y a tout lieu de croire avec M. de Reaumur, qu'on pourroit tirer un meilleur parti des Oeufs de Pourpre; & effectivement si cette Teinture l'emportoit par son éclat & sa solidité sur les Teintures que l'on fait avec la Cochenille, il est à croire qu'on en pourroit assez ramasser pour en teindre du Coton fin, du Fil ou de la Soie, qu'on employeroit à des ouvrages qui consomment peu de ces matieres, comme sont ceux de Broderies.

M. Fagon, qui ne néglige rien de tout ce qui peut enrichir les Arts, a cru devoir prêter une attention particuliere à la découverte de M. de Reaumur, pour essayer si l'on pouvoit en tirer quelques avantages pour les Teintures, principalement sur Coton, parce que cette matiere prend plus difficilement une belle Teinture rouge qui soit solide, que toutes les autres matieres dont on fait des Etoffes; & effectivement n'étoit-il pas naturel d'essayer de faire usage d'une Teinture qui faisoit l'admiration des Anciens, pour nous procurer une couleur que nous n'avons qu'imparfaitement, sur-tout dans un tems où l'art de la Teinture a été si perfectionné par les soins de M. du Fay, & dans lequel des personnes du prémier rang se sont fait un plaisir & un amusement de faire exécuter sous leurs yeux

yeux des ouvrages qui égalent en beauté les Toiles peintes les plus recherchées & les plus belles Perses.

Mais on ne pouvoit pas confier ce travail aux Teinturiers ordinaires, il n'étoit pas question de suivre une pratique connue & une routine, il falloit imaginer suivant le besoin, c'est pourquoi M. Fagon a confié ce travail à M. Baron, qui joint beaucoup d'autres connoissances à celles des Teintures. J'ignore quel en sera le succès, mais ce que je vais donner sur la Pourpre ne ressemble en rien à l'objet de M. Baron. Prémierement, je n'ai rien fait sur le Buccinum ni sur les Oeufs de Pourpre, n'ayant trouvé en Provence que cette espece de Coquille nommée la *Pourpre*, en Latin PURPURA, & par quelques-uns la *Bécasse*.

Secondement je ne me suis point proposé d'en tirer une Teinture qui pût être employée sur les Etoffes, ni de discuter l'usage qu'en faisoient les Anciens; mais m'étant trouvé dans le Voyage que je viens de faire en Provence, dans la situation d'avoir commodément beaucoup de ces Pourpres, j'ai été tenté de faire sur la liqueur qu'elles fournissent, quelques expériences que je rapporterai d'autant plus volontiers, que M. de Reaumur, non plus que l'Auteur Anglois, n'ont pas été à portée d'en faire sur cette espece de Poisson. Ainsi ce que je vais donner ne doit être regardé que comme une addition au Mémoire de M. de Reaumur; & comme il y a beaucoup de rapport entre le Buccinum & la Pourpre, tant pour la situation du réservoir de suc

colo

colorant, que pour la maniere de le détacher de l'animal, je supposerai, pour éviter des répétitions ennuieuses, que toutes ces choses sont suffisamment connues. Je n'ai pas cru non plus devoir rien dire de la description de cette espece de Coquille, parce qu'elle est très connue, & qu'elle est bien décrite dans plusieurs Auteurs, & en particulier par Rondelet *. Ainsi je vais commencer par rapporter les tentatives que j'ai faites pendant mon séjour à Marseille pour éclaircir un phénomene qui paroît singulier à tous ceux qui ont la curiosité d'examiner par eux-mêmes la couleur que fournissent ces especes de Coquillages, après quoi je rapporterai plusieurs autres expériences qui ont rapport au même sujet.

On sait que le suc visqueux qui doit devenir Pourpre, est blanc dans l'animal quand il est sain. Je fais cette remarque, parce que j'en ai trouvé plusieurs où il étoit verd dans l'animal; il s'étoit même fait un épanchement de ce suc dans la substance de la Coquille, qui l'avoit rendue entierement de cette couleur. J'aurai occasion de dire dans la suite quelque chose sur cet accident, qui m'a paru être contre nature, & la suite de quelques maladies. Quoi qu'il en soit, on le trouve blanc dans la plupart de ces Poissons; mais à peine l'a-t-on exposé au Soleil, qu'il devient d'un verd pâle & jaunâtre. Ce verd devient bien-tôt si vif & si foncé, qu'on le peut appeller *verd d'Emeraude*, il devient ensuite plus foncé, plus obscur, & prend une teinte bleue; enfin

* Fig. 1.

enfin on le voit rougir, & en moins de cinq minutes il devient d'une couleur pourpre très vive & très foncée.

Ces changemens de couleur sont très connus, puisque Pline même en fait mention; mais en sont-ils moins admirables, & ne souhaite-t-on pas de s'assurer d'abord si le Soleil est absolument nécessaire pour les produire? & ensuite si cela est, comment il agit dans cette occasion? C'est sur quoi j'ai fait quelques expériences dans le peu de tems que j'ai pu employer à cette recherche pendant le séjour que j'ai fait à Marseille; & quoique je n'aye pas pu les suivre assez loin pour décider entierement la question, j'ai cru ne devoir pas négliger de rapporter les expériences que j'ai faites à ce sujet, non seulement parce qu'il s'en trouve quelques-unes d'assez curieuses, mais encore parce qu'elles pourront servir à ceux qui voudront suivre plus loin cette recherche.

Comme je me proposois de faire plusieurs expériences sur les Coquillages nommés *Pourpres*, j'en fis pêcher une provision, que je mis en réserve dans une terrine pleine d'eau de la Mer, que je renouvellois tous les jours. J'en conservai de cette maniere douze à quinze jours, mais tous les jours il m'en mouroit plusieurs, & je m'appercevois que les autres dépérissoient, qu'ils n'avoient plus tant de liqueur, & que ce qui m'en restoit étoit plus longtems à prendre la couleur rouge. Je crois avoir encore remarqué qu'entre ceux qu'on m'apportoit de la Mer en différens tems, il s'en trouvoit qui avoient plus de suc colo-

rant

rant que les autres, & dont le suc prenoit plus aisément couleur. Mais en ayant eu de très bien conditionnés, je les conservai dans ce même état très longtems dans un panier couvert, que je fis jetter dans un des bassins de l'Arsenal où ils jouissoient de l'Eau salée. Mes Poissons se conserverent à merveille moyennant cette précaution, & j'étois en état d'avoir recours à mon magasin quand j'en avois besoin pour les expériences que je vais rapporter.

Ayant donc bien vérifié par plusieurs expériences, que toutes les fois que je mettois le suc colorant de mes Pourpres sur du linge exposé au Soleil, il devenoit rouge en quelques minutes, après avoir passé par les couleurs dont j'ai parlé, je voulus m'assurer s'il ne prendroit pas cette couleur à l'ombre; pour cela j'en frottai un morceau de linge que je laissai passer la nuit sur ma cheminée, mais il devint seulement vers, & ne rougit pas. J'essayai encore si le grand air ne réussiroit pas mieux, pour cela je mis de ce suc colorant sur un morceau de linge que je posai sur une fenêtre au Nord, & sur laquelle la Lune ne donnoit pas, afin d'éviter toute lumiere, & je le retirai le lendemain avant le Soleil, il n'avoit pas changé de couleur le jour suivant. Je répetai cette expérience, qui réussit de la même maniere, ce qui prouve que le Soleil agit d'une façon très singuliere & très efficace sur le suc colorant dont il s'agit. Mais agit-il par sa chaleur ou simplement par sa lumiere? Soupçonneroit-on qu'il ajoutât quelque chose au suc colorant, ou produit-il cet effet par quel-

 que

que évaporation, & ne peut-on pas suppléer au défaut du Soleil par le feu artificiel? Ce sont les idées qui me vinrent d'abord à l'esprit, & qui m'engagerent à faire les expériences suivantes.

Pour reconnoître si le Soleil agissoit par sa chaleur, j'exposai des linges frottés de ce suc colorant, quelquefois à l'heure de midi à un Soleil très chaud, d'autres fois au Soleil levant, au Soleil couchant, ou au Soleil un peu affoibli par des nuages. Dans tous ces cas, à mesure que mes linges séchoient, ils prenoient les couleurs requises, & devenoient d'un beau pourpre, de telle sorte cependant que quand le Soleil étoit plus vif, l'opération étoit plutôt exécutée, & la couleur me paroissoit un peu plus vive, & les changemens s'opéroient encore plus promptement, quand je les exposois au foyer d'un Miroir ardent, ayant la précaution de ne pas bruler la matiere.

Dans cette expérience la chaleur & la lumiere augmentent en même tems, ainsi elles ne me faisoient pas connoître si le Soleil agit par sa lumiere ou par sa chaleur, ce qui m'engagea à faire l'expérience suivante. Je posai sur un appui de fenêtre bien échauffé par les rayons du Soleil, un morceau de linge mouillé du suc colorant, & que j'avois couvert en partie d'un écu, dans le moment la partie du linge qui étoit exposée au Soleil se colora, mais celle qui étoit sous l'écu resta seulement de couleur verte. Je substituai à l'écu d'autres corps opaques, mais bien plus minces, comme du Laiton, &c. mais

la portion qui étoit à l'ombre demeuroit toujours verte.

Avant que de suivre plus loin ces expériences, je voulus essayer si le feu ne pourroit pas faire prendre quelques couleur à la même liqueur; j'en frottai donc des linges comme dans les expériences précédentes, j'en présentai tantôt à un très petit feu, tantôt à un grand feu; j'en mis sur une plaque de fer chaude, j'en mis dans une tourtiere à différens degrés de chaleur, mais rien de tout cela ne me réussit, les linges devenoient verts d'abord clairs, ensuite très foncés, mais au-lieu de devenir rouges, ils jaunissoient.

Comme quelques Chimistes ont pensé que la couleur rouge que prennent quelques corps dans la calcination, venoit d'une portion de la matiere même du feu qui se concentroit dans les pores du mixte, je voulus essayer si je ne parviendrois pas à colorer ma matiere en l'exposant à la vapeur du Soufre brulant qui abonde en phlogistique, mais ce moyen ne me réussit pas mieux que ceux que j'avois tentés auparavant. Cependant m'étant avisé d'exposer au Soleil un de ces linges que j'avois desséché à la vapeur du Soufre, il prit néanmoins un peu de rouge en quelques endroits.

En répetant de pareilles expériences dans ma chambre pour les faire voir au Pere Pesenas, Jésuite, & Correspondant de l'Académie, il nous vint dans la pensée que ce seroit peut-être les rayons de lumiere colorés en rouge qui se fixeroient dans cette liqueur, ce qui nous fit imaginer d'en exposer

dans une chambre obscure aux différentes couleurs d'un Prisme. Nous avons exécuté cette expérience avec toute l'attention requise, mais mes linges sont également restés verts à toutes les couleurs que le Prisme produisoit. Cependant les linges ayant été enveloppés dans du Papier, ils ont pris au bout de quelque tems une légère teinture rouge, mais tous ne l'étoient pas devenus dans une égale proportion.

Sur quoi il est bon de remarquer qu'il y a eu plusieurs échantillons qui n'ayant pas rougi d'abord, ont acquis une petite couleur à la longue dans les papiers où je les conservois, & qu'il y en a aussi qui pendant l'expérience n'avoient pris qu'une teinte légère, & qui dans la suite sont devenus plus foncés. Or le linge qui avoit reçu les rayons rouges, avoit plus rougi que les autres.

Après avoir tenté de découvrir si le phénomene en question dépendoit de quelque portion de la lumiere qui se fixoit dans le suc colorant qu'on y exposoit, je me proposai de reconnoître s'il ne dépendoit pas au contraire de l'évaporation de quelque matiere qui empêchoit la couleur rouge de se manifester. Une forte odeur d'ail qui s'échappe de ce suc colorant, & les expériences que j'ai rapportées, qui font voir que quand on couvre ce suc d'un corps très mince, il ne se colore pas, semblent indiquer quelque évapporation. Pour m'assurer s'il y en avoit, je mis de ce suc colorant dans une fiole, je la bouchai bien, je l'exposai au Soleil, & dans l'instant le suc devint rouge. Je fis plus, je frottai à l'ombre

l'ombre un linge avec du suc colorant, & je le collai sous un verre poli qui avoit deux à trois doigts d'épaisseur, certainement de cette maniere l'évaporation devoit être fort diminuée, cependant le linge devint en très peu de tems du plus beau pourpre du monde, & quand je le retirai, il n'étoit pas parfaitement sec ; ainsi pendant qu'un simple Laiton empêche l'effet du Soleil sur la liqueur, un Verre épais de deux à trois doigts semble le favoriser, car dans toutes mes expériences je n'ai pas eu de rouge si parfait. Il me paroît que les expériences que j'ai rapportées jusqu'à présent prouvent assez bien que le Soleil agit dans cette occasion principalement par sa lumiere, mais en voici d'autres qui me paroissent encore plus décisives.

Je pris trois quarrés d'un même papier, j'en noircis un avec de l'encre, l'autre je l'huilai, & le troisieme je le laissai dans son état naturel. Je mis des linges imbibés du suc colorant sous les trois papiers, & je les exposai au Soleil; or les linges prirent couleur à proportion de la transparence des papiers qui les couvroient. Celui qui étoit sous le papier noir sortit entierement vert, depuis il a un tant soit peu rougi. Celui qui étoit sous le papier blanc n'avoit rougi que dans les endroits où le papier avoit été mouillé, il aussi depuis rougi par tout, mais foiblement. Au contraire celui qui étoit sous le papier huilé est devenu d'un rouge extrêmement foncé & beau.

Ces expériences m'ont encore engagé à en faire d'autres, en employant, au lieu de pa-

pier blanc, des papiers de différentes couleurs, pour voir s'il n'en résulteroit pas des différences sur la couleur du suc de la Pourpre.

Je pris donc des feuilles de papier, les unes bleues, les autres vertes, les autres jaunes & les autres rouges. Je frottai les unes d'Essence de Térébenthine pour augmenter leur transparence, & les autres je les laissai dans leur état naturel. La différence des couleurs ne me parut pas avoir produit aucun effet, & toute la différence que je remarquai entre tous ces essais me parut toujours dépendre du plus ou du moins de transparence qu'il y avoit entre les différens papiers, les échantillons ayant pris plus de couleur sous les papiers frottés de Térébenthine que sous les autres: les échantillons qui étoient sous le papier rouge non huilé n'avoient presque pas pris couleur: ceux qui étoient sous le papier vert, l'avoient pris imparfaitement, ayant plusieurs taches vertes; ceux qui étoient sous le papier jaune, qui à la vérité étoit fort mince, de même que le vert, étoient assez rouge; mais ce qui me surprit le plus, c'est que quoique le papier bleu parût assez opaque, les échantillons qui étoient au dessous, étoient assez bien colorés. Diroit-on que les échantillons qui étoient sous le papier rouge, étoient les moins colorés, parce que ce papier réfléchissoit les rayons de cette couleur, & qu'au contraire le bleu en laissoit passer? mais je n'ai garde de hazarder une pareille conjecture sur des expériences que je n'ai pu répéter que deux fois, & qu'il auroit fallu faire

re avec des précautions qui me devenoient impossibles dans mon voyage, comme d'avoir des papiers de même qualité, également chargés de couleur, des Verres colorés, &c. Ainsi je m'en tiens à la différence la plus sensible, qui est celle que j'ai remarquée entre le papiers que j'avois frottés d'Huile de Térébenthine, & ceux que j'avois laissés dans leur état naturel.

Voyant donc par ces expériences, & par celles que j'ai rapportées précédemment, que la lumiere est nécessaire pour faire prendre la couleur en question, je voulus savoir si la clarté de la Lune ne suffiroit pas pour faire prendre la couleur rouge à cette liqueur; ainsi une nuit qu'il faisoit un beau clair de Lune, j'y exposai des échantillons, mais ils resterent verts, & ne devinrent pas rouges, mais le matin ayant humecté d'Eau commune un de mes échantillons, & l'ayant exposé au Soleil, il prit une teinte un peu rouge.

Je crus encore devoir essayer si une lumiere vive, mais artificielle, ne suffiroit pas pour faire prendre une couleur à la liqueur de la Pourpre; pour cela j'en fis sécher à la flamme d'un feu de sarment & à la lueur de plusieurs bougies, mais ces tentatives n'ayant pas réussi, je mis un de ces linges mouillés du suc de la Pourpre au foyer d'une Loupe qui rassembloit les rayons d'une forte bougie qui étoit derriere, ce qui faisoit un point très lumineux, cependant la liqueur resta verte. Je mis ce linge en dedans de ma fenêtre le long des vitres, où il resta vert jusqu'au lendemain matin qu'un

rayon de Soleil étant tombé dessus, le colora en assez beau rouge.

J'ai dit que quand je mettois mes échantillons sur ma cheminée, ils restoient verts, & que quand je les couvrois de quelque chose d'opaque sur ma fenêtre, ils restoient aussi verts: je voulus essayer s'ils prendroient couleur dans ma chambre, les volets fermés, en leur faisant seulement recevoir le Soleil par une fente, & effectivement ce rayon de Soleil a suffi pour les colorer, mais il faut remarquer que j'ai fait ces expériences dans le mois de Mars, où le Soleil commence à avoir beaucoup de force en Provence, ce qui fait une grande différence, comme on le verra par les expériences que je vais rapporter.

J'avois mis dans le mois de Janvier des linges mouillés du suc de Pourpre sur une fenêtre où le Soleil donnoit, mais à l'ombre du jambage, & sur une bande de linge, dont une partie étoit exposée au Soleil sur la fenêtre, & l'autre pendoit dans la chambre, & dans cette saison il n'y avoit que ce qui étoit exposé immédiatement au Soleil qui s'étoit coloré. Au contraire ayant répété les mêmes expériences dans le mois de Mars, tout prit couleur, avec cette différence que ce qui étoit exposé immédiatement au Soleil devint beaucoup plus rouge que ce qui pendoit dans la chambre, qui resta d'un rouge très pâle; bien plus, dans la même saison, ayant mis par un beau tems de pareils échantillons sur une fenêtre au Nord, ils prirent aussi couleur, & par un tems assez couvert, & où le

Soleil étoit bien obscurci par les nuages, la liqueur ne laissa pas de prendre une assez belle couleur, ce qui vient apparemment de ce que dans cette saison, où le Soleil a beaucoup de force en Provence, il se trouve assez de rayons répandus dans l'air pour faire prendre couleur à la liqueur de la Pourpre, & effectivement dans toutes les expériences que j'ai faites dans cette saison, & avec des Poissons bien conditionnés, ils ont toujours pris, & au Nord & à l'ombre, & même la nuit, une petite teinte rougeâtre, souvent à la vérité fort légère, & qu'il faut compter pour rien, mais dans cette saison, quand on n'a pas soin de retirer les échantillons avant que le Soleil soit levé, quoiqu'il ne donne pas immédiatement dessus, il ne laisse pas de prendre une couleur assez vive, apparemment par la seule réflexion, car souvent il ne faut, pour ainsi dire, qu'un rayon de Soleil pour produire la couleur rouge, puisqu'ayant dans le mois de Janvier exposé des échantillons au Soleil seulement le tems qu'il falloit pour les rendre verts, & les en ayant retirés ensuite, ils ont achevé de se colorer en rouge, & en ayant une autrefois tenu assez longtems dans une tourtiere sans pouvoir leur faire prendre la couleur rouge, ils l'ont ensuite prise un peu en les exposant au Soleil. Enfin je ne sais pas si ce seroit trop hazarder, mais après les expériences que j'ai faites sur cette matiere, je crois qu'en Provence, où le Soleil est très actif, il y auroit assez de rayons solaires répandus dans l'air pour colorer le suc des Pourpres par les tems couverts, & même lorsque le So-

leil ne feroit plus sur notre horizon, pourvu qu'on l'éxposât au grand air.

Mais il me paroît que cette action du Soleil sur cette liqueur est assez singuliere, & mérite d'être examinée avec plus d'attention & de loisir que je ne l'ai pu faire, quoiqu'il paroisse qu'elle tienne assez à l'effet que cet astre produit sur les Pêches, les Pommes d'api, & quantités d'autres fruits qui ne prennent une belle couleur rouge que dans les endroits qui lui sont exposés.

J'ai voulu tenter de faire une espece de Laque, en broyant cette viscosité avec du Blanc de Plomb & de la Craye; mais si on laisse la matiere exposée au Soleil sans la remuer, il n'y a que la superficie qui se colore; & même en la remuant, comme il y en a toujours une portion qui est recouverte par la Craye ou le Blanc de Plomb, il n'en résulte qu'une couleur foible, & qui a toujours été terne.

J'ai encore essayé de dissoudre cette viscosité dans de l'Esprit de Vin & de l'Essence de Térébenthine, mais la dissolution a toujours été imparfaite, j'en ai cependant teint assez légerement quelques bouts de linge, & je ferai sentir le cas que l'on doit faire de cette teinture, en rapportant quelques expériences que j'ai faites sur le débouilli de ces échantillons.

Il est encore bon, avant de finir cet article, de dire quelque chose des Pourpres dans lesquels j'ai trouvé la liqueur colorante déja devenue verte; dans ce cas elle prend en un instant une belle couleur rouge, & comme

la

la coquille me paroiſſoit auſſi plus verte qu'à l'ordinaire; je l'expoſai au Soleil, & elle rougit comme le ſuc même, ce qui me fait croire qu'il y avoit eu un épanchement de ce ſuc dans la ſubſtance de la coquille ou du moins dans le limon qui la recouvre.

J'ai dit au commencement de ce Mémoire, que la teinture que fourniſſoit la Pourpre, avoit des avantages qui lui étoient particuliers, un des principaux eſt d'être preſque inaltérable, & de réſiſter aux plus violens débouillis. J'ai cru qu'on ne feroit pas fâché de trouver ici les tentatives inutiles que j'ai faites pour l'emporter de deſſus les linges que j'avois teints avec ce ſuc.

L'eau de Savon, les fortes leſſives de Soude, & la ſolution d'Alun, ſont les drogues qu'on a coutume d'employer pour éprouver les Teintures, mais ordinairement on ne fait uſage de ces drogues qu'avec ménagement, & à des doſes modérées, qui ne ſoient pas capables d'altérer la texture même des Etoffes; une teinture qui s'altéreroit par une épreuve qui bruleroit l'étoffe, ne ſeroit pas pour cela reputée mauvaiſe, mais comme j'étois prévenu par le témoignage de M. Baron, que cette teinture réſiſtoit aux débouillis ordinaires, je voulus forcer, pour ainſi dire, les débouillis, & pouſſer leur action auſſi loin qu'elle pouvoit aller, ainſi j'ai chargé une quantité d'eau du meilleur Savon, j'ai fait une leſſive de Soude la plus forte qu'il m'a été poſſible, & j'ai fait une forte ſolution d'Alun, j'ai fait paſſer des échantillons qui avoient été chargés du ſuc de Pourpre, & qui avoient été expo-

fés au Soleil fucceffivement par toutes ces épreuves, je les ai fait bouillir fort longtems dans ces différentes eaux, je les ai laiffé tremper plufieurs jours, mais fans pouvoir jamais emporter totalement la couleur. Quelques-uns de mes échantillons ont été prefque entierement ufés par ces épreuves, ayant néanmoins toujours confervé leur teinture. Il eft vrai que par le moindre débouilli, une partie de cette teinture s'en va, & que la couleur fe décharge beaucoup, parce qu'il n'y a que ce qui a bien pénétré le linge, qui puiffe réfister, le refte n'étant attaché que fur la couleur qui eft deffous, s'en va fort aifément : ce qui démontre que fi l'on avoit le moyen de tenir cette teinture en diffolution dans quelque liqueur, comme il eft probable que faifoient les Anciens, on en tireroit un meilleur parti, & on en pourroit teindre beaucoup plus d'Etoffes, parce que cette matiere étant diffoute dans une autre liqueur, s'étendroit plus uniformément & plus également qu'on ne le peut faire, à caufe de fa vifcofité.

D'ailleurs, il m'a paru que quand il y avoit bien épais de ce fuc dans un endroit qui paroiffoit fort pourpre, cette couleur s'en alloit prefque entierement au débouilli, ce que j'ai jugé venir de ce qu'il n'y avoit que la fuperficie qui étoit devenue rouge, à caufe qu'il n'y a que cette partie qui peut dans ce cas recevoir le Soleil, & qu'alors la liqueur de deffous reftant verte, ce qu'on remarque furtout fur les échantillons qui n'ont été expofés qu'à un Soleil foible, parce qu'alors en retournant le linge, on le voit vert par deffous;

alors,

alors, dis-je, le débouilli emporte toute la couleur, parce que ce qui est resté vert s'en va aisément au débouilli, excepté ce qui est resté d'un vert très foncé, qui ne s'efface que très difficilement. Ainsi voilà encore un obstacle à faire usage de cette viscosité pour les Teintures, en l'employant telle qu'elle est dans l'Animal, & sans avoir trouvé le moyen de la dissoudre & de l'étendre dans une liqueur convenable.

Comme la vapeur du Souffre brulant emporte les taches des fruits que la lessive ne détruit pas entierement, j'ai essayé si cette vapeur produiroit quelque chose sur le *Purpura*, mais elle ne l'a point du tout altéré.

J'ai débouilli pareillement les échantillons que j'avois exposés dans le mois de Janvier, la nuit sur ma fenêtre, & qui étoient restés verts, & toute la couleur s'en est allée; j'ai fait la même chose sur ceux que j'avois mis sur ma cheminée, qui sont pareillement devenus tous blancs.

J'ai débouilli aussi la bande de toile qui avoit été exposée aux couleurs du Prisme, & la portion qui avoit été exposée aux rayons rouges, & qui étoit effectivement devenue un peu plus rouge dans les papiers, est restée considérablement plus rouge après le débouilli, ce qui pourroit faire croire que le suc avoit été plus intimement converti en rouge à l'exposition des rayons rouges, qu'aux autres. Mais j'ai écrit à Marseille pour qu'on répétât cette expérience, qui me paroît mériter qu'on en prenne la peine.

J'ai débouilli beaucoup d'autres échantil-

lons dont je ne parlerai pas pour éviter des détails ennuyeux, il suffit de dire qu'il m'a paru que la teinture s'en alloit beaucoup plus au débouilli, quand elle n'avoit pas pris une teinture très rouge, & qu'elle étoit restée d'un rouge-pâle, que quand elle étoit devenue d'un rouge très foncé. Mais je crois que ce qui est une fois devenu rouge, est le bon teint, qu'il est, en cet état, incapable d'être altéré par le débouilli, & qu'il ne s'en va, quand il n'a pas été bien pénétré des rayons du Soleil, que parce qu'il n'y a que la petite superficie qui soit colorée, & que ce qui touchoit aux linges est resté, comme je l'ai expliqué ci-dessus.

Je crois qu'il y a beaucoup d'autres Poissons, qui donneroient de même que le *Murex*, le *Buccinum* & le *Purpura*, un suc qui se coloreroit en pourpre, mais je n'oserois rapporter les observations que j'ai faites à ce sujet, parce qu'elles n'ont pas réussi constamment de la même maniere, & qu'ayant trouvé de ce suc dans quelques especes de Coquillages, je n'ai pu le retrouver dans d'autres qui me paroissoient être de la même espece, ainsi je me contenterai de faire remarquer que j'ai trouvé dans une espece particuliere de Poisson dont je donne la figure*, qui est d'un brun-jaunâtre, marqué de bandes plus brunes, une viscosité qu'il jettoit par la bouche en forme de bave, qui étoit d'une couleur pourpre des plus vives & des plus éclatantes, je l'ouvris & lui trouvai dans le corps encore un réservoir de cette même

* Fig. 2.

même liqueur, il y avoit quatre à cinq de ces Poissons attachés sur une coquille de Pourpre, dont cette espece de Poisson nommé *Soldat* ou *Bernard-l'hermite* s'étoit mis en possession. J'ai fait mon possible pour avoir de ces especes de Lievres, mais je n'ai pu en récouvrer, tous ceux qu'on m'apportoit, étoient fauves dessus, jaunes comme un jaune d'œuf dedans, & ne contenoient pas de liqueur rouge.

## *DES OPERATIONS GEOMETRIQUES*

### *QUE L'ON EMPLOYE*

### *POUR DETERMINER LES DISTANCES*

### *SUR TERRE,*

*Et des précautions qu'il faut prendre pour les faire le plus exactement qu'il est possible.*

Par M. CASSINI DE THURY. *

RIEN ne paroît plus simple dans la Théorie, que de mesurer une étendue de terrein par des opérations géométriques. Il ne s'agit d'abord que de connoître précisément une base ou distance entre deux objets; car observant des deux extrémités de cette base, les angles de position entre le troisieme objet

* 21 Janvier 1736.

objet que l'on veut déterminer, on a par le calcul le plus facile de la Trigonométrie pratique, la situation de cet objet, & ainsi successivement celle de tous les autres jusqu'au terme que l'on s'est proposé de mesurer.

Cette pratique si simple dans la spéculation, ne laisse pas de demander de grandes précautions dans son exécution, lorsqu'on aspire à une grande précision. On en trouve quelques-unes rapportées dans le Traité de la Mesure de la Terre, de même que dans celui de la Grandeur & de la Figure de la Terre, mais on en a omis quelques autres que l'expérience & le grand nombre d'opérations que nous avons faites en France dans les trois derniers Voyages, nous ont apprises, & que nous avons cru devoir joindre ici toutes ensemble, pour y avoir recours dans ceux que l'on se propose de faire dans la suite, les moindres circonstances négligées pouvant jetter dans des erreurs considérables, sur-tout lorsqu'on a une grande étendue à mesurer.

Comme les bases actuelles mesurées sur le terrein, sont le prémier fondement de nos opérations, nous commencerons par-là nos remarques. On voit dans le Traité de la Mesure de la Terre, les précautions que M. Picard a prises pour mesurer exactement la distance du Moulin de Villejuif au Pavillon de Juvisi, qu'il trouva de 5663 toises, & qui est la plus grande base qui ait été mesurée jusqu'alors; il prit pour cet effet, quatre bois de pique de deux toises chacune, qui se joignant à vis deux à deux par le gros bout, faisoient deux mesures de 4 toises chacune; l'on

en

en mesura une à peu-près de la même maniere, de 7246 toises, dans la Plaine de Roussillon sur le rivage de la Mer, & l'on en a ainsi usé dans tous les autres Voyages, avec la seule différence que pour éviter que la mesure que l'on posoit à l'extrémité de l'autre, ne la dérangeât par son choc, on y a employé trois mesures, & quelquefois quatre qui, placées l'une au bout de l'autre, faisoient ensemble 12 toises, de sorte que lorsqu'on en enlevoit une, il en restoit toujours deux à terre; on eut par la même raison, toujours attention que ces mesures fussent de 2 à 3 pouces d'équarrissage, afin de les rendre plus solides & moins sujettes à se courber, on les ferra par le bout par des clous dont la figure étoit convexe, afin que le contact fût plus immédiat; enfin pour s'assurer du nombre des mesures, on les plaçoit le long d'un cordeau dont la longueur étoit de 60 ou 120 toises, multiple de la somme de ces mesures, & on enfonçoit à l'extrémité un piquet en terre, afin de pouvoir mesurer une seconde fois les intervalles où il y avoit quelque doute sur la longueur, ou dont le terrein étoit un peu inégal.

Cette méthode nous a toujours réussi parfaitement, & s'exécute avec beaucoup de diligence, en plaçant deux hommes à chaque mesure, qui la levent successivement aussi-tôt que la derniere est placée, pour la poser à l'extrémité des deux autres, afin qu'il n'y ait point de tems perdu, ce qui est d'une grande conséquence sur le rivage de la Mer, car comme elle est bordée en beaucoup d'endroits par des

des petits monticules de fables qui se forment par le flux & le reflux, on étoit obligé pour avoir un terrein plus uni, de choisir les endroits qui étoient découverts par la Mer lorsqu'elle se retiroit, & dont quelques-uns ne l'étoient que pendant un tems peu considérable.

Il est aisé de concevoir que cette base ainsi mesurée, doit être d'une étendue assez grande pour que l'angle du prémier Triangle opposé à cette base, ne soit pas trop aigu; car outre les erreurs inévitables dans la longueur de cette base, soit par le défaut de précision dans les mesures, qu'il est très difficile de réduire à leur juste grandeur, soit par l'inégalité du terrein qui n'est jamais parfaitement uni, ce qui se multiplie dans la raison de la longueur de la base à celle des côtés du Triangle que l'on en conclut; les moindres erreurs dans la mesure de l'angle, lorsqu'il est fort aigu, doivent en produire de grandes sur les côtés des Triangles, ainsi il convient alors de former plusieurs Triangles dont les côtés vont toujours en augmentant, sans passer tout d'un coup d'une extrémité à l'autre.

Après avoir déterminé la juste mesure de la base, il faut ensuite pouvoir s'assurer de la précision des angles, qui dépend non seulement de l'habileté de l'Observateur, mais aussi de celle avec laquelle l'instrument est construit. Pour ce qui regarde celui qui observe, il faut après avoir dirigé la Lunette fixe à quelque objet éloigné, en sorte qu'il se trouve assez précisément dans l'intersection du fil horizontal & du fil vertical, placer la Lunette

mobile

mobile exactement sur le même objet ; on l'arrête dans cette situation, & l'on fait en sorte que le cheveu qui est sur l'alidade mobile, tombe exactement au point o sur le commencement de la division, ou bien l'on tient compte de la différence pour y avoir égard dans la correction de chaque angle, ce que l'on appelle *parallelisme*. Cette opération demande à être faite avec grande attention, parce que de-là dépend en partie la précision de tous les angles observés, pour quel effet il faut choisir un objet bien net & distinct, assez éloigné cependant pour que la distance horizontale entre les deux Lunettes qui ne sont pas précisément l'une sur l'autre, n'y cause pas de différence sensible, une distance de deux pouces entre les axes de ces Lunettes dirigées à un objet éloigné de 1000 toises produisant une erreur de 5 à 6" qu'il ne faut point du tout négliger: il faut ensuite avoir soin de placer les deux objets dont on veut connoître la distance précisément, dans l'intersection des fils de la Lunette qui se croisent à angles droits. Comme ces objets sont souvent élevés l'un plus que l'autre sur l'horizon, ce qui oblige de placer l'instrument dans une situation inclinée, si l'un de ces objets est, par exemple, dans le centre d'une des Lunettes, pendant que l'autre est au dessous ou au dessus dans la Lunette qui y est dirigée, l'angle observé entre ces deux objets ne sera pas le véritable, mais plus grand ou plus petit, comme on le peut voir dans la prémiere Figure, où * *AB* mesure la distance entre ces objets pla-

* Fig. 1.

placés, l'un en *A*, l'autre en *B*, qui est plus petite que la distance *AC*, qui est mesurée sur les divisions du Quart-de-cercle. On aura une pareille erreur, si les fils verticaux des deux Lunettes ne sont pas précisément paralleles, comme il arrive assez souvent, à quoi on remédie, en plaçant les deux objets précisément au centre de la Lunette.

Pour s'assurer de la précision des angles observés dans un même lieu, on a coutume d'observer de ce lieu les angles entre divers objets placés tout autour de l'horizon, que l'on prend les plus approchans de 90 degrés qu'il est possible, parce que moins il y a d'angles observés dans le tour de l'horizon, & moins il y a d'erreur dans leur somme: si cette somme est égale à 360 précisément, & même à quelques secondes près, on juge que chacun des autres angles observés est de sa grandeur véritable; s'il differe de plusieurs secondes par excès ou par défaut, on distribue sur chacun de ces angles une quantité proportionnelle à toute sa différence. Cette méthode, que l'on a pratiquée presque toujours jusqu'à présent, ne laisse pas d'être sujette à quelques inconvéniens. Elle suppose d'abord que les divisions des degrés du Quart-de-cercle soient toutes égales entre elles, sans quoi on pourroit avoir le tour de l'horizon exactement de 360 degrés, quand même chacun des angles que l'on y a employé ne seroit pas de sa grandeur véritable, parce que le défaut de l'un peut récompenser l'excès de l'autre. En second lieu, que le centre de l'instrument ne se soit pas dérangé de place, à gauche ou

à droite, par quelque accident imprévu, comme il n'arrive que trop souvent dans les voyages où il est nécessaire de le transporter sur des clochers ou autres lieux d'un accès difficile. En troisieme lieu, que les objets que l'on a observés pour déterminer le tour de l'horizon soient tous dans un plan qui passe par l'œil de l'Observateur, & c'est, à ce qui me semble, à quoi jusqu'à présent on n'a pas fait assez d'attention.

Il faut considérer pour cela que la Terre étant ronde ou approchante de la sphérique, tous les objets placés sur l'horizon à la même élevation sur le niveau de la Mer, doivent paroître tous au dessous du plan qui est perpendiculaire au rayon qui va de notre œil au centre de le Terre, ils font l'effet de divers points situés à la base d'un cone ou piramide au sommet de laquelle est placé l'Observateur. Si cette piramide étoit formée par quatre Triangles équilatéraux, la somme des quatre angles observés autour de l'horizon ne feroit que 240 degrés, au lieu de 360 qui sont compris dans un Cercle. On ne rapporte ici cet exemple que pour donner une idée de la diminution qu'il doit y avoir dans la somme des angles observés autour de l'horizon, lors même qu'ils sont à la même élevation sur le niveau de la Mer que le lieu d'où on les observe. Ayant calculé la différence qu'il doit y avoir suivant les différentes distances de ces objets, on trouve qu'à la distance de 30000 toises il doit y avoir 2′ 40″ sur la somme de quatre angles observés chacun de 90 degrés, de sorte qu'ils ne doivent faire ensemble que

359° 57′ 20″; on auroit donc eu tort d'ajouter en pareil cas 40″ à chaque angle observé, comme on a coutume de le pratiquer; il est vrai qu'il n'y a pas beaucoup d'endroits où on puisse appercevoir de tous côtés des objets à une pareille distance, mais il s'en est trouvé quelques-uns dans les différens voyages que l'on a faits, qui ont donné lieu à ces recherches.

Ces différences diminuent dans la raison de la racine quatrieme des distances, parce que la hauteur des Niveaux apparens diminue dans la raison soudoublée de ces distances, & que les angles au sommet de deux cones fort applatis, réduits à un plan, diminuent aussi dans la raison soudoublée de leur hauteur, de sorte que si sur le tour de l'horizon, à la distance de 30000 toises, il y a une différence de 2′ 40″, il n'y en aura qu'une de 10″ à retrancher sur ce même tour de l'horizon observé entre des objets qui ne sont éloignés que de 15000 toises du lieu de l'observation, d'où l'on voit qu'on peut la négliger entierement, lorsque les distances sont encore plus petites, comme il arrive le plus ordinairement.

Ce que nous venons de rapporter est dans la supposition que les objets que l'on employe, soient à peu-près à la même élevation, comme lorsque l'on observe sur des clochers situés dans une plaine; mais l'on y doit trouver des différences bien plus grandes, lorsque l'on se trouve sur une Montagne élevée. Si tous les objets observés sont au dessous de l'horizon artificiel de 48′, il y aura 2′ 40″ à retrancher

sur

sur la somme des quatre angles, à quelque distance qu'ils soient situés, s'ils ne sont abbaissés que de 24', il y aura 40", & s'ils sont de 12', il y aura 10", & ainsi des autres, dans la raison soudoublée des hauteurs: d'où l'on voit qu'un abbaissement moindre de 12' doit être négligé, il en est de même si l'on se trouve dans un lieu bas, comme dans une plaine entourée de Montagnes qui bordent l'horizon de toute part.

On suppose ici que tous les objets soient élevés sur l'horizon, ou abbaissés d'une même quantité, il en seroit de même s'ils étoient tous dans un plan incliné qui passât beaucoup au dessus ou au dessous de l'œil de l'Observateur, mais s'ils sont différemment inclinés les uns au dessus, les autres au dessous de l'horizon, alternativement, il en résultera un effet bien différent, puisqu'alors la somme des angles observés excedera 360 degrés d'une quantité que l'on déterminera en cette maniere.

On choisira d'abord un de ces objets, dont la hauteur apparente soit égale ou peu différente de celle du lieu où l'on observe. Ayant mesuré l'angle entre cet objet & un autre plus bas ou plus élevé, on déterminera la hauteur de ce dernier objet. Quoique ces objets puissent être éloignés les uns beaucoup plus que les autres, on peut les considérer comme s'ils étoient à la même distance, parce qu'il ne s'agit ici que de l'inclinaison des angles visuels, que l'on peut prolonger à quelque distance que ce soit, jusqu'à ce qu'ils rencontrent un même plan auquel il faut réduire les angles observés.

Soit

Soit-donc *A* * le lieu de la station, *B* l'objet qui est dans le plan de l'horizon *ABEF*, *C* un autre objet élevé sur le plan de cet horizon, on abbaissera du point *C* la perpendiculaire *CE* sur *BF*, & l'on joindra *AF*. Dans le Triangle *BAC*, dont l'angle *BAC* a été observé, & les côtés *AB* & *AC* que l'on doit supposer égaux, comme on l'a remarqué ci-dessus, sont, par exemple, chacun de 10000 toises, on trouvera la valeur du côté *BC*. Dans le Triangle *AEC* rectangle en *E*, dont l'hypothénuse *AC* est de 10000 toises, & l'angle *CAE* mesure la hauteur apparente du point *C* au dessus de l'horizon, on trouvera la valeur des côtés *AE* & *CE*, & dans le Triangle *BEC* rectangle en *E*, dont l'hypothénuse *BC* est connue, de même que le côté *CE*, on aura la valeur du côté *BE*. Enfin dans le Triangle *BAE*, dont les trois côtés *BA*, *AE*, *BE*, sont connus, on aura la valeur de l'angle *BAE* qui mesure la distance entre les deux objets *B* & *C* réduits au plan de l'horizon.

Si l'on suppose présentement que le troisième objet soit en *I* sur le plan de l'horizon, comme il arrive lorsqu'il se trouve dans une plaine une Montagne à laquelle l'on s'est dirigé, on trouvera de la même maniere la valeur de l'angle *AEI* sur le plan de l'horizon qui répond à l'angle observé *CAI*, & on aura par conséquent la valeur de l'angle *BAI*, que nous avons trouvé devoir être plus petit que la somme des angles *BAC*, *CAI*, observés

* Fig. 2.

vés d'une quantité qui monte à 20″, lorsque la hauteur apparente du point *C* est de 0° 45′, & que les angles *BAC* & *CAI* sont chacun de 60 degrés. On trouvera cette différence de 1′ 20″, si l'élevation du point *C* est de 1° 30′, & ainsi des autres; si les objets se trouvent plus ou moins élevés ou abaissés à l'égard de l'horizon, comme il arrive le plus souvent, lorsque, par exemple, le second objet *C* étant élevé sur l'horizon, un troisieme objet *D* se trouve au dessous de cet horizon, on réduira l'angle *CAD* entre ces objets au plan de l'horizon en cette maniere.

Du point *D* on menera *DH* perpendiculaire à l'horizon, qui rencontrera en *H* la ligne *CH* parallele à *BF*. Dans le Triangle *CAD*, dont les côtés *CA* & *AD* sont supposés égaux, chacun de 10000 toises, l'on aura la valeur du côté *CD*, & l'on fera comme *DH* qui mesure l'élevation du point *C* au-dessus du point *D*, est à *CE* ou *HF*, élevation du point *C* au-dessus du plan horizontal *ABEF*, qui passe par l'œil de l'Observateur placé en *A*, ainsi *CD* est à *CI*, qui étant retranché de *CD* donne *DI*.

Maintenant dans le Triangle *AEC*, rectangle en *E*, dont l'hypothénuse *AC* & l'angle *CAE* qui mesure l'élevation de l'objet *C* au-dessus de l'horizon, sont connus, l'on aura la valeur de *AE* & de *CE*; & dans le Triangle *CEI*, rectangle en *E*, dont les côtés *CE* & *CI* sont connus, on trouvera la valeur du côté *EI*; pareillement dans le Triangle *IDF*, dont les côtés *DI* & *FD* sont connus, on trouvera la valeur du côté *IF*, qui étant ajou-

té à *EI*, donne *EF*. Enfin dans le Triangle *AFD*, rectangle en *F*, dont les côtés *FD* & *AD* sont connus, l'on trouvera la valeur du côté *AF*; les trois côtés *AE*, *EF*, *AF* étant connus, on trouvera la valeur de l'angle *EAF* sur le plan de l'horizon, qui répond à l'angle *CAD* observé entre les deux objets *C* & *D*.

Suivant cette méthode, supposant que l'objet *C* étant élevé sur l'horizon de 0° 45', l'objet *D* soit abbaissé au dessous de cet horizon d'une égale quantité, on trouvera que l'angle *CAD* étant de 60° 0' 0", l'angle *EAF* sur le plan de l'horizon qui lui répond, doit être de 59° 58' 59", avec une différence de 1' 1" qui, sur le tour de l'horizon composé d'angles semblables & d'objets disposés de la même maniere alternativement, donneroit 6' 6" plus qu'il n'y a en effet.

Si au lieu de supposer que le troisieme objet *D** soit au dessous de l'horizon, il se trouve au dessus, mais d'une quantité moins grande que l'objet *C*, alors on prolongera *CD* en *I*, jusqu'à ce qu'il rencontre le plan de l'horizon *AEI* en I. Dans le Triangle *CAD*, les côtés *AC* & *AD* qui comprennent l'angle observé *CAD*, étant supposés égaux, on aura la valeur de *CD*, & l'on fera comme *CK* ou *CE*—*DF* est à *CE*, ainsi *CD* est à *CI*, dont retranchant *CD*, reste *DI*, on déterminera ensuite comme ci-dessus, la grandeur de l'angle *EAI* sur le plan de l'horizon qui répond à l'angle *CAI*, & celle de l'angle *FAI* qui répond à l'angle *DAI*, & qui étant re-

tran-

* Fig. 1.

tranchée de l'angle *EAI*, donne l'angle *EAF* sur le plan de l'horizon qui répond à l'angle observé *CAD*.

On peut, pour abréger ce calcul qui est fort long, considérer d'abord le plan du Triangle * *ABC*, comme la face d'une piramide dont le sommet est en *C*, & dont l'élevation sur le plan horizontal *ABF* est mesurée par *CE*, qui est par conséquent perpendiculaire sur la ligne *AE*, on aura donc dans le Triangle *AEC*, rectangle en *E*, cette analogie: *AE* est à *AC*, comme le sinus du complément de l'angle *EAC*, qui mesure l'élevation du point *C* au dessus de l'horizon vu du lieu *A* de la station, est au sinus total. Si l'on abbaisse ensuite la face de la piramide *ACB* sur le plan horizontal *ABEF*, auquel cas le point *C* se rapproche du point *E*, lequel se trouve alors sur la ligne *CG*, perpendiculaire à *AB*, l'on aura *AE* est à *AC* comme le sinus de l'angle *ACG*, complément de l'angle *CAB* observé entre les deux objets *B* & *C* est au sinus de l'angle *AEG*, complément de l'angle *BAE*, réduit au plan de l'horizon; mais l'on a trouvé que *AE* est à *AC* comme le sinus du complément de la hauteur apparente de l'objet *C* au dessus de l'horizon, est au sinus total. Donc on aura cette analogie, comme le sinus du complément de la hauteur apparente d'un objet au dessus de l'horizon est au sinus total, ainsi le sinus du complément de l'angle observé entre les objets *B* & *C* est au sinus du complément de cet angle réduit au plan de l'horizon.



* Fig. 4.

On peut auſſi réduire au plan de l'horizon, l'angle obſervé entre deux objets dont l'un eſt dans ce plan, & l'autre au deſſus ou au deſſous par la Trigonométrie ſphérique. Car ayant décrit l'arc de cercle * *BEF*, qui repréſente l'horizon, & dont le centre eſt en *A* au lieu de la ſtation, ſi l'on ſuppoſe que l'arc *BC* meſure l'angle *BAC* obſervé entre l'objet *B* qui eſt à l'horizon, & l'objet *C* qui eſt élevé au deſſus d'une quantité *CE*, on aura dans le Triangle ſphérique *BEC*, rectangle en *E*, l'hypothénuſe *BC* connue, & l'arc *CF*; c'eſt pourquoi l'on fera par les règles de la Trigonométrie ſphérique, comme le ſinus du complément de l'arc *CE* qui eſt meſuré par l'élevation de l'objet *C* au-deſſus de l'horizon, eſt au ſinus total, ainſi le ſinus du complément de l'arc *BC* qui eſt meſuré par l'angle obſervé *BAC*, eſt au ſinus du complément de l'arc *BE* qui meſure l'angle *BAE* réduit au plan de l'horizon: cette analogie eſt préciſément la même que celle que j'ai déduite de la Trigonométrie rectiligne, que l'on peut par conſéquent regarder comme la preuve du Problême qui enſeigne à déterminer dans un Triangle ſphérique un des côtés, lorſque l'hypothénuſe & l'autre côté ſont donnés. C'eſt ſuivant cette méthode que j'ai calculé la Table qui eſt à la fin de ce Mémoire, pour trouver la réduction qui convient à chaque angle, ſuivant les différentes hauteurs de l'objet ſur l'horizon.

Lorſque les deux objets † *C* & *D* ſont l'un au

* Fig. 5. † Fig. 6.

au dessus, & l'autre au dessous du plan *ABPR* de l'horizon, on menera du point *C* au rayon *AC* la perpendiculaire *CH* qui soit dans le plan de l'objet *A*, *C*, *D*, & qui rencontrera le plan de l'horizon au point *I*, on prolongera *AD* en *H*, & l'on tirera des points *C*, *D*, *H*, les perpendiculaires *CE*, *DF*, *HG*, sur le plan de l'horizon; dans le Triangle *CAH*, rectangle en *C*, on aura le sinus de l'angle *CHA*, complément de l'angle *CAD* observé entre les deux objets *C* & *D*, est au sinus total; comme *AC* ou *AD*, est à *AH*, c'est-à dire, comme *DF* qui est mesuré par le sinus de l'abaissement de l'objet *D* au dessous de l'horizon est à *HG*, l'on aura aussi *HG* + *CE* : *CE* :: *CH* tangente de l'angle *CAD* : *CI* tangente de l'angle *CAI*, qui sera par conséquent connu de même que l'angle *HAI*; on fera donc par les règles prescrites ci-dessus, comme le sinus du complément de la hauteur de l'objet *C* au-dessus de l'horizon, est au sinus total, ainsi le sinus du complément de l'angle *CAI* est au sinus du complément de l'angle réduit au plan de l'horizon qui est mesuré par l'angle *EAI*; on fera aussi comme le sinus du complément de *HG* est au sinus total, ainsi le sinus du complément de l'angle *HAI* est au sinus du complément de cet angle qui est mesuré par l'angle *IAG*, l'ajoutant à l'angle *EAI*, on aura l'angle *EAG* sur le plan de l'horizon qui répond à l'angle observé *CAD* entre les deux objets *C* & *D*.

Si les objets * *C* & *D* sont tous les deux



* Fig. 7.

au dessus de l'horizon, on menera du point *C* au rayon *AC* la perpendiculaire *CI*, qui rencontrera le plan de l'horizon en *I*, & l'on prolongera la ligne *AD* jusqu'en *H*; dans le Triangle *ACH*, rectangle en *C*, on aura le sinus du complément de l'angle observé *CAH*, est au sinus total, comme *CA* ou *AD* est à *AH*, ou comme *DF*, sinus de l'angle *DAF* qui mesure l'élevation du point *D* au dessus de l'horizon est à *HG*. Retranchant *HG* de *CE*, sinus de l'angle *CAE* qui mesure l'élevation du point *C* au dessus de l'horizon, on aura *CK*, & l'on fera comme *CK* est à *CE*, ainsi *CH* tangente de l'angle *CAH* est à *CI* tangente de l'angle *CAI*, qui sera par conséquent connu, & dont retranchant l'angle *CAH*, reste l'angle *HAI*; les angles *CAI*, *HAI* étant connus, l'on trouvera comme ci-dessus, les angles *EAI* & *GAI* sur le plan de l'horizon qui leur répondent: retranchant l'angle *GAI* de l'angle *EAI*, on aura l'angle *EAG* sur le plan de l'horizon qui répond à l'angle observé *CAH*.

## EXEMPLE.

Ayant observé du haut de la Terrasse de l'Observatoire, l'angle entre le Pilier de Montmartre, qui est placé exactement sur la Méridienne de l'Observatoire vers le Nord, & le Clocher de la Paroisse de Montmartre qui est dans le lieu le plus éminent de cette Montagne, de 4° 14' 35", on veut réduire cet angle au plan de l'horizon de l'Observatoire

pour

pour avoir l'angle entre ce Pilier & le clocher dont on s'eſt ſervi pour prolonger la Méridienne & la Perpendiculaire.

La hauteur du Clocher de Montmartre ayant été obſervée de 42', & celle du Pilier de 17', on fera d'abord comme le ſinus du complément de l'angle *CAH* obſervé de 4° 14' 35" eſt au ſinus total, ainſi 17' 0" eſt à 17' 3" qui ſont meſurées par *HG*, & qui étant retranchées de *CE* obſervé de 42' 0" donnent *CK* de 24' 57", on fera enſuite comme *CE* 42' 0" eſt à *CK* 24' 57", ainſi la tangente de l'angle *CAH* de 4° 14' 35" eſt à la tangente de l'angle *CAI*, que l'on trouvera de 7° 5' 55", & dont retranchant l'angle *CAH*, reſte l'angle *HAI* de 2° 51' 20"; les angles *CAH* & *CAI* étant connus, on fera comme le ſinus du complément de *CE* 42' eſt au ſinus total, ainſi le ſinus du complément de l'angle *CAI* de 7° 5' 55" eſt au ſinus du complément de l'angle *EAI* que l'on trouvera de 7° 3' 40". Enfin l'on fera comme le ſinus du complément de *CE* 17' eſt au ſinus total, ainſi le ſinus du complément de l'angle *HAI* de 2° 51' 20" eſt au ſinus du complément de l'angle *GAI* que l'on trouvera de 2° 50' 30", & qui étant retranché de *EAI* qui eſt de 7° 3' 40" donne l'angle *EAI* ſur le plan de l'horizon de l'Obſervatoire qui répond à l'angle *CAI* obſervé entre le Clocher & le Pilier de Montmartre de 4° 13' 10", plus petit de 1' 25" qu'on ne l'avoit déterminé. On voit par-là dans quelle erreur l'on ſeroit tombé dans la deſcription de la Méridienne qui eſt fondée ſur la direction du Pilier de

Montmartre, si l'on avoit déterminé l'angle entre ce Pilier & le Clocher de Montmartre immédiatement, car cette erreur auroit influé sur toute la suite des Triangles.

Il faut remarquer ici qu'il y a des cas où l'angle réduit au plan de l'horizon sera plus grand que l'angle observé entre deux objets de différente hauteur, comme par exemple, lorsque la réduction qui convient à l'angle *CAI* est plus petite que celle qui répond à l'angle *HAI*, ce qui arrive souvent lorsque l'angle *CAH* est fort grand.

L'angle réduit est aussi, comme on l'a remarqué, plus grand que l'angle observé, lorsque les deux objets sont également élevés ou abbaissés à l'égard du plan de l'horizon, comme dans cette figure où * *C* représente le lieu de la station élevé sur le plan de l'horizon, d'où l'on a observé l'angle *BCA* entre deux objets *B* & *A*, que l'on peut supposer à la même distance. Dans ce cas, on fera comme le sinus du complément de *CE*, hauteur du point *C* sur l'horizon qui est mesuré par l'angle *CAE* ou *CBE* qui lui est égal, est au sinus total, ainsi le sinus de l'angle *ACG*, moitié de l'angle *ACB* observé, est au sinus de l'angle *AEG*, moitié de l'angle *AEB* réduit au plan de l'horizon qu'il falloit chercher.

On voit par ce que l'on vient d'exposer, qu'il faut avoir une grande attention en vérifiant l'instrument par le tour de l'horizon, de choisir des objets dont l'élevation ou l'abbaissement

* Fig. 4.

ſément ſoit peu ſenſible, & lorſqu'il ne s'en trouve pas dans la ſituation requiſe, il eſt néceſſaire d'obſerver leur hauteur pour en faire la réduction, & en tenir compte dans la correction de l'inſtrument. On voit auſſi que lorſqu'un angle excede le nombre de degrés contenu dans la diviſion (auquel cas on ne peut avoir ſa meſure que par la ſomme de deux angles) il faut éviter, autant qu'il eſt poſſible, que l'objet intermédiaire ſoit au deſſus ou au deſſous du plan qui paſſe par l'œil de l'Obſervateur & les deux objets extrêmes, autrement il convient de le réduire au plan de l'horizon pour éviter l'erreur qu'il y auroit dans l'angle total; mais ce qui mérite une attention particuliere, eſt que faute d'y avoir égard, on peut s'écarter très conſidérablement de la Méridienne ou Perpendiculaire que l'on veut décrire, quand même les angles auroient été obſervés avec la derniere préciſion. Nous en avons rapporté un exemple aſſez ſenſible dans la poſition du Clocher de la Paroiſſe de Montmartre à l'égard du Pilier qui eſt dirigé au Nord. On peut voir auſſi dans les trois prémiers Triangles de la Méridienne qui ont tous un angle qui aboutit à la Tour de Mont-l'hery, que ſi dans chacun de ces angles pris exactement, & réduits au plan de l'horizon, il y a une différence de 10″ dans le même ſens, il y aura ſur la ſomme de ces trois angles 30″ qui écarteront la Méridienne de ſa direction véritable, & cette ſeule différence dans l'étendue de 360000 toiſes depuis Paris juſqu'à Collioure, doit cauſer une erreur qui monte environ à 60. toiſes.

Il en est de même dans les Triangles suivans & dans tous les autres, tant de la Méridienne que de la Perpendiculaire, où l'on remarquera que les objets auxquels il y a un plus grand nombre de Triangles qui aboutissent, sont ordinairement les plus élevés, parce qu'ils se voyent de plus d'endroits, & que par cette raison la somme des angles qui y sont observés, doit différer davantage de cette somme réduite à un plan horizontal.

Il est vrai que plusieurs de ces erreurs doivent nécessairement se compenser en partie, parce que s'il y a des cas où la somme des angles réduits au plan de l'horizon est plus petite que la somme des angles observés, il y a d'autres cas où elle est plus grande; mais il faut avouer que cette compensation ne peut jamais être égale, sur-tout lorsqu'il se rencontre quelque objet beaucoup plus élevé que la plupart des autres qui l'environnent, & qu'ainsi c'est une source d'erreurs à laquelle il faut remédier, ce que j'espere pouvoir faire en cette maniere.

Comme il seroit difficile d'observer avec le même Quart-de-cercle, dont on se sert pour prendre les angles à l'horizon, la hauteur de tous les objets que l'on y découvre, parce qu'il faudroit placer ensuite ce Quart-de-cercle dans une situation verticale, changer de centre, & y suspendre un cheveu avec un plomb pour y prendre les hauteurs, ce qui est long & présque impossible à executer lorsqu'on n'est point à l'abri du vent, j'ai cru qu'il conviendroit de faire construire un Instrument à peu-près semblable au Niveau de

M.

M. Picard, tel qu'il est ici représenté, composé d'une Lunette * *AB* d'un pied, dont le tuyau est quarré, & d'une Règle *CD* large de 2 pouces qui y sera appliquée à angles droits, & excédera un peu par le haut, pour ne pas embarrasser le centre *C* où sera suspendu un cheveu avec un plomb. On divisera l'extrémité de cette Règle en 10 degrés, & chaque degré en 10 parties par des cercles concentriques & des lignes transversales, mettant 0 au milieu, ensorte qu'il y ait 5 degrés de part & d'autre, ce qui excede la plus grande hauteur dont on puisse avoir besoin. Cette Règle sera arrêtée fixement par deux barres de fer *HI*, *KL*, & sera couverte entierement par un garde de cheveu qui y sera fixe & fermé exactement pour que le cheveu soit à l'abri du vent, avec un Verre par le bas pour pouvoir appercevoir les divisions & observer les hauteurs. On attachera derriere cette Règle une barre de fer platte qui sera terminée par un cylindre, lequel entrera dans le canon du pied de l'Instrument, dont les vis serviront pour le caler & le diriger à l'objet dont on déterminera les hauteurs avec assez d'exactitude, puisque l'on y appercevra les demi-minutes avec autant d'évidence que l'on distingue 10″ sur un Quart-de-cercle de 2 pieds, ce qui suffit pour ces sortes d'opérations, où une minute de plus ou de moins ne peut causer aucune erreur sensible dans la réduction des angles observés. Lorsque les différences de hauteur sont moindres de 15 mi-

* Fig. 4.

nutes, on les négligera, pourvu que l'angle ne soit pas trop aigu & plus petit de 20 degrés, autrement on y aura égard par la méthode que j'ai donnée pour réduire au plan de l'horizon les côtés & les angles des Triangles, ce qui est nécessaire à la rigueur pour ne pas s'écarter de sa prémiere direction, & déterminer avec précision l'étendue que l'on s'est proposée de mesurer: car quoiqu'en calculant les côtés des Triangles formés sur divers plans, on ait exactement la grandeur de leurs côtés jusqu'à la base que l'on mesure aux extrémités, & qui par cette raison peut se trouver conforme à celle qui résulte de la suite des Triangles: on ne peut pas, pour les raisons que je viens de rapporter, s'assurer qu'on ne se soit point écarté de la direction que l'on avoit choisie, & c'est peut-être la cause de la différence entre la position d'Orléans déterminée par deux suites de Triangles différens que nous avons trouvée de 28 toises, quoique les côtés communs aux deux suites de Triangles d'Orléans à Pithiviers & à Chaumont se soient trouvés exactement de la même grandeur.

Après avoir examiné les précautions qu'il faut prendre pour éviter les erreurs qui dépendent de l'inégalité du terrein, il faut considerer celles qui peuvent provenir de la situation du lieu où l'on observe, & sur lesquelles je ne m'étendrai que fort peu, parce que l'on y a eu toujours attention, & qu'elles sont assez connues.

Si l'on pouvoit toujours se placer au centre de l'objet qui forme un des points du Triangle,

gle, il seroit inutile d'y faire aucune réduction, & les angles observés seroient les angles véritables; mais comme cela arrive très rarement, il est nécessaire de les y réduire, ce qui demande que l'on connoisse la distance du lieu de la station aux objets observés, & la position exacte de l'Instrument par rapport au centre de l'objet. Pour ce qui est des distances, on ne peut les connoître qu'après avoir formé les Triangles, ayant eu égard à la position de l'instrument, tel que * *ABD* par rapport au centre *C* de la station. On dirige la Lunette fixe *AB* à un objet, & l'on place la mobile *AE* dans la direction du centre *C* pour avoir l'angle *BAC* ou *HAC* de même que l'angle *DAC* ou *IAC*. Connoissant les angles *IAC*, *HAC*, & les distances *IA*, *AH*, avec la distance *AC* du centre de l'objet au centre du Quart-de-cercle, on connoîtra les angles *AHC*, *AIC*, lesquels étant retranchés de l'angle *BAD* ou *HAI* observé, donnent l'angle *HCI* réduit au centre de l'objet. Il est aisé de concevoir qu'il n'est point nécessaire de connoître exactement la grandeur des côtés *AI*, *AH*, pour faire les réductions exactes, non plus que la grandeur précise de l'angle *BAC*, car une minute de plus ou de moins sur la grandeur de l'angle, & 20 ou 30 toises de plus ou de moins sur les grands côtés à la distance de 8 ou 10000 toises, ne produira pas une différence de 1" lorsque l'angle *AIC* ou *AHC* n'excédera point une ou deux minutes, & c'est pour cette raison

* Fig. 9.

son que l'on peut d'abord calculer le Triangle sans avoir égard à la réduction pour connoître les côtés dont on se servira pour faire la réduction.

Ces réductions se doivent faire en différentes manieres suivant les différentes positions de l'instrument à l'égard du centre & des objets, car ou le centre de l'instrument se trouve exactement dans la direction du centre de la station & d'un des objets, ou il se trouve au milieu des deux objets, ou enfin à droite ou à gauche des deux objets. Dans le prémier cas, la réduction dépend seulement de la distance de l'objet qui ne se trouve point dans la direction du centre de l'endroit où l'on observe & du centre du Quart-de-cercle, & pour lors il n'y a qu'un angle à corriger. Dans le second cas, la réduction dépend de la distance des deux objets, & pour lors il y a deux angles à corriger. Enfin dans le troisiéme cas, il y a un angle à retrancher & un à ajouter, & la différence est ce qu'il faut ajouter ou retrancher à l'angle pour avoir le véritable. Il faut cependant avoir attention, lorsque l'on détermine un angle par la somme de deux autres, de choisir pour objet intermédiaire un lieu dont la distance soit connue, & de faire en sorte que le centre *A* de l'Instrument soit précisément dans la même situation.

Il nous reste présentement à examiner les précautions que l'on doit prendre pour corriger les erreurs qui dépendent de l'Instrument.

Après avoir choisi tous les objets autour de

de l'horizon, dont la hauteur n'est pas assez sensible pour produire quelque différence dans les angles observés, on fera le tour de l'horizon par quatre ou cinq angles, & on déterminera ensuite chacun de ces angles par la somme de plusieurs autres; si le tour de l'horizon, ainsi observé, donne 360 degrés à quelques secondes près, & que la somme des angles partiaux soit égale à l'angle total avec une différence qui n'excede point les petites erreurs que l'on peut faire dans chaque observation, on peut s'assurer que l'Instrument est bien divisé; s'il s'y trouve quelque erreur plus grande, il faut vérifier une seconde fois les mêmes angles, & si les erreurs subsistent, en tenir compte dans une Table que l'on dressera à cet effet pour y avoir recours.

Comme l'on applique présentement des Micrometres au Quart-de-cercle, il faudra, après s'être assuré du rapport des divisions du Quart-de-cercle avec celles du Micrometre, prendre les mêmes angles sur le Quart-de-cercle par ces deux méthodes, pour ne pas se méprendre dans les tours du Micrometre, & s'assurer de la précision des lignes transversales sur lesquelles l'on compte les minutes & secondes dans les Quart-de-cercles ordinaires.

Avec toutes ces précautions, on peut s'assurer d'approcher beaucoup de la juste grandeur des angles; je dis approcher, parce qu'il seroit très difficile, pour ne pas dire impossible, d'arriver à la derniere précision. Un degré d'un Quart-de-cercle de 2 pieds de rayon n'occupe que 5 lignes sur sa circonfé-

rem

rence, ce qui est à raison d'un douzieme de ligne par minute, ainsi une erreur de 10″ sur l'Instrument ne seroit l'effet que de celle d'un intervalle égal à la 72me partie d'une ligne. A l'égard de la précision dont l'Observateur est capable, il faut, pour en bien juger, considérer que la mesure de l'angle observé demande deux opérations. La premiere, que l'on place la Lunette mobile sur le même objet que la Lunette fixe, & que l'on fasse en sorte que le cheveu de l'alidade marque o, ou que l'on tienne compte de la différence. La seconde, que l'on place le fil vertical de la Lunette mobile sur un autre objet dont on veut déterminer la situation. Si dans chacune de ces opérations on ne s'écarte que de 5″, qui est la moindre erreur que l'on puisse supposer, tant par la difficulté de placer précisément l'objet sur le fil vertical, que par le défaut d'estime sur les divisions, on aura 10″, qui, jointes à pareille erreur de la part de l'Instrument, en font une de 20″, supposant qu'elles fussent toutes dans le même sens, & l'on ne pourroit pas esperer d'avoir une plus grande précision, si les erreurs ne se compensoient pas; il est bon de remarquer ici que par le moyen du Micrometre que l'on adapte aux Lunettes des Quart-de-cercles, on ne rémedie qu'à une partie de l'erreur qui vient de l'estime des divisions, car on est toujours obligé d'y avoir recours, en plaçant la Lunette mobile à un point de division quelconque; & quoique sur les divisions du Micrometre l'on puisse juger jusqu'à une seconde près, on ne peut pourtant pas se flatter de pouvoir ar-

rivet

river à cette précision, parce qu'une seconde de degré, qui est fort sensible sur la division du Micrometre, ne produit presque aucune variation dans le fil de la Lunette, & c'est ce que j'ai éprouvé par le moyen d'un Instrument de 18 pouces garni d'un Micrometre, car ayant placé le fil à un objet, il ne paroissoit pas varier pour une division de plus ou de moins, quoique chaque division comprît plus de deux secondes. Il faut pourtant convenir que c'est l'Instrument que l'on peut employer le plus utilement, & duquel l'on peut attendre une plus grande précision, & un des plus grands avantages que j'y trouve, c'est qu'outre qu'on remédie à une partie de l'erreur qui vient de l'estime, on évite aussi une partie de celle qui vient de la part de l'ouvrier: car comme l'erreur de l'Instrument provient souvent des lignes transversales qu'il est très difficile de tracer exactement, tandis que les points qui sont le prémier fondement de la division peuvent être très exacts, on peut n'employer que les points, & il faut pour lors que le Micrometre comprenne au moins 10 minutes de la division; & comme dans la pratique, plus l'on évite d'opérations, plus l'on a de précision, je serois d'avis que les Micrometres comprissent au moins 30 minutes de la division, & que l'on divisât seulement chaque degré en deux parties, ce qui abrégeroit bien le tems que l'on employe à la construction d'un Quart-de-cercle; car pour lors les lignes transversales deviendroient inutiles, & c'est ce qui est plus difficile dans la division. Toutes les remarques que nous venons

nons de faire sont dans la supposition qu'on ait pris toutes les précautions possibles dans l'usage des Instrumens qui ont été construits avec la précision dont les plus habiles ouvriers sont capables; mais s'ils viennent ensuite à se déranger par quelque accident imprévu, comme il nous est presque toujours arrivé dans nos voyages, alors il faut employer la Méthode que nous avons eu l'honneur d'envoyer à l'Académie pendant notre dernier Voyage.

*Méthode de déterminer dans un Quart-de-cercle qui s'est dérangé par quelques secousses ou accidens imprévus, la situation de son centre, & la correction qu'il y a à faire à chaque Angle de position, supposé que les divisions de son limbe soient exactes.*

Soit un Quart-de-cercle * *DAB*, dont les divisions sont exactes, mais dont le centre *D* a changé de place, on cherche la situation de ce centre ainsi déplacé, & la correction qu'il faut faire à l'angle observé pour avoir le véritable.

On vérifiera d'abord ce Quart-de-cercle, en faisant le tour de l'horizon, par le moyen de quatre angles approchans de 90° ou environ, pour savoir si la somme de ces angles est égale à 360°, & de combien elle en diffère par excès ou par défaut; on prendra ensuite l'angle de position entre deux de ces objets éloignés d'environ 90° par le moyen de deux ou trois

* Fig. 10.

trois angles de 30 & 45°, pour voir si l'angle total est égal à la somme de ces angles, & l'on tiendra compte de leur différence.

L'on supposera ici, par exemple, qu'ayant fait le tour de l'horizon par quatre angles de 90° ou environ, on l'a trouvé de 360° 6′ 0″, ce qui donne 1′ 30″ de trop sur chacun de ces angles, & qu'ayant observé un angle de 30°, il se soit trouvé exact, soit qu'on l'ait comparé avec un autre Instrument dont on est sûr de la précision, soit qu'ayant pris l'angle de position entre deux objets écartés l'un de l'autre de 90° par le moyen de trois angles à peu-près égaux, leur somme se soit trouvée plus petite de 1′ 30″ que l'angle total.

Ayant décrit l'arc *AB* de 90° 1′ 30″, on prendra sur cet arc, *BH* de 30°, & on divisera les cordes *AB*, *BH*, en deux parties égales au point *E* & au point *I*, d'où l'on élevera les perpendiculaires *ED*, *ID*, qui se rencontreront au point *D*, qui est le centre du limbe. On prendra l'angle *EAP* de 45° 0′ 0″, complément de l'angle *EPA*, qui est aussi de 45° 0′ 0″ moitié de l'angle *APB* qui doit être de 90°, & l'on menera *AP* qui rencontrera *ED* prolongé en *P*; on joindra *HD*, & l'on aura l'angle *BHD* de 75° 0′ 0″, lequel est le complément de l'angle *HDI* de 15°, moitié de l'angle *HDB* observé de 30°, qui se termine au centre *D* du limbe *AHB*.

Du point *E* comme centre, & de l'intervalle *AE* ou *EP* qui lui est égal, on décrira le cercle *APGB*, & ayant fait l'angle *DHC* égal à l'angle *CDH* qui est de 15°, on décrira du centre *C* & de l'intervalle *CH* égal à *CD*,

le

le cercle *DGBH* qui coupera le cercle *APGB* au point *G*.

Je dis que le point *G* marque le lieu où se trouve le centre de l'Instrument, qui est tel qu'ayant observé deux angles de position, l'un de 90° 1' 30", & l'autre de 30°, ils sont réellement le prémier de 90°, & le second de 30°, car le point *G* étant dans le demi-cercle *APGB*, l'angle *AGB* ou *IGS*, entre les deux objets *T* & *S*, est de 90°, quoiqu'on l'ait observé de 90° 1' 30" sur les divisions du limbe *AB*, & l'angle *BGH* ou *SGR*, observé entre les objets *S* & *R*, étant en même tems sur le cercle qui passe par les points *DGBH* est égal à l'angle *BDH* de 30°, tel qu'il est sur les divisions *BH* du limbe *AHB*.

Pour trouver par le calcul la situation du point *G*, & la correction qu'il faut faire à chaque angle observé pour avoir l'angle véritable, on fera comme le sinus total est au sinus de l'angle *ADE* de 45° 0' 45", moitié de l'angle *ADB* de 90° 1' 30", ainsi *AD*, supposé 100000, est à *AE* ou *EP*, qu'on trouvera de 70726, on aura de même *DE* de 70695; on fera aussi, comme le sinus de l'angle *HCI* de 30° est au sinus de l'angle *HDI* de 15°, ainsi *AD* ou *DH* 100000 est à *DC* 51764. Retranchant de l'angle *ADE* ou *EDB* de 45° 0' 45" l'angle *BDI* de 15° 0' 0", on aura l'angle *EDC* de 30° 0' 45", & dans le Triangle *EDC*, dont les côtés *DC*, *DE*, sont connus, & l'angle compris *EDC*, on trouvera le côté *CE* de 36602, & l'angle *DEC* de 45° 1' 18". Maintenant dans le Triangle *EGC*, dont les trois côtés sont con-

connus, on trouvera l'angle *CEG* de 44° 58' 41"; le retranchant de l'angle *DEC* qui a été trouvé de 45° 1' 18", on aura l'angle *DEG* de 0° 2' 37". Enfin dans le Triangle *DEG*, dont les côtés *EG*, *DE*, sont connus, & l'angle compris *DEG*, on trouvera *DG* de 62 parties, dont le rayon *AD* est 100000.

On peut, pour abréger ce calcul, ajouter à l'angle *EDC*, qui est de 30° 0' 45", l'angle *CDG* qui ne differe d'un angle droit que de la moitié de l'angle *DCG* qui est de 3 à 4', & on aura l'angle *EDG* de 120° 0' 45", & dans le Triangle *EDG*, dont les côtés *EG*, *DE*, sont connus, & l'angle *EDG*, on trouvera l'angle *DEG* de 0° 2' 37", & le côté *DG* de 62 parties, de même qu'on l'a fait ci-dessus par un calcul beaucoup plus long.

Pour trouver présentement la correction qu'il faut faire à chaque angle, comme par exemple à 60°, on retranchera de l'angle *EDG* de 120° 0' 0" l'angle *EDB* de 45° 0' 45", & l'on aura l'angle *BDG* de 74° 59' 15", & dans le Triangle *BDG*, dont le côté *DG* est connu de 62 parties, le côté *BD* est 100000, & l'angle *BDG* est de 74° 59' 15", on trouvera le côté *GB* de 99984 qui servira pour tous les angles; on trouvera aussi l'angle *GBD* de 2' 3", qui étant ajouté à l'angle *DBA* de 44° 59' 15", donne l'angle *GBA* de 45° 1' 18". Retranchant de l'arc *AB* de 90° 1' 30", l'arc *BL* observé de 60°, on aura l'arc *AL* de 30° 1' 30", dont la moitié 15° 0' 45" mesure l'angle *ABL*; l'ajoutant à l'angle *GBA* de 45° 1' 18", on aura l'angle *GBL* de 60° 2' 3", & dans le Triangle *GBL*, dont le cô-
té

té *GB* est connu de 99984, & le côté *BL* égal à la corde de 60°, & l'angle compris *GBL*, est de 60° 2' 3", on trouvera l'angle *BGL* de 59° 59' 27" ½ qui mesure l'angle véritable entre les deux objets, lorsqu'il a été observé de 60° sur les divisions du Quart-de-cercle; ainsi au lieu que sur l'angle de 90° il y a une erreur de 1' 30", il n'y en a qu'une de 33" sur un angle de 60°: on trouvera de même qu'à 50 degrés il ne doit y avoir que 19" à retrancher de l'angle observé pour avoir le véritable, & que tout au contraire, lorsque l'angle est moindre de 30", la correction est additive, quoique d'une petite quantité, ne l'ayant trouvée à 15° 0' 0" que de 4".

Il est aisé de concevoir que cette méthode, que je n'ai appliquée à un cas particulier que pour la faire mieux comprendre, peut s'étendre à tous les cas imaginables, comme, par exemple, lorsque le tour de l'horizon a été assez observé exactement de 360° 0' 0", & qu'il y a une erreur de 30 ou 40" dans l'angle de 30° 0' 0", ou même quand il y a une différence sur l'angle de 90° & sur l'angle de 30°, & pour lors cela ne dépend que d'une construction pareille à la précédente, quoique plus compliquée selon les différens cas.

TABLE

## *TABLE de la correction qu'il faut faire aux Angles observés, suivant les différentes hauteurs des objets sur l'Horizon.*

| Angles observés. | HAUTEURS SUR LE PLAN DE L'HORIZON. | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1° 0' | | 0° 50' | | 0° 40' | | 0° 30' | | 0° 20' | | 0° 10' | |
| 0 | 0' | 0" | 0' | 0" | 0' | 0" | 0' | 0" | 0' | 0" | 0' | 0" |
| 5 | 6 | 3 | 4 | 15 | 2 | 40 | 1 | 31 | 0 | 40 | 0 | 10 |
| 10 | 3 | 0 | 2 | 5 | 1 | 19 | 0 | 45 | 0 | 20 | 0 | 5 |
| 15 | 1 | 58 | 1 | 21 | 0 | 54 | 0 | 29 | 0 | 14 | 0 | 4 |
| 20 | 1 | 27 | 1 | 0 | 0 | 38 | 0 | 22 | 0 | 10 | 0 | 2 |
| 25 | 1 | 8 | 0 | 47 | 0 | 30 | 0 | 17 | 0 | 8 | 0 | 2 |
| 30 | 0 | 54 | 0 | 38 | 0 | 25 | 0 | 14 | 0 | 6 | 0 | 2 |
| 35 | 0 | 45 | 0 | 31 | 0 | 20 | 0 | 11 | 0 | 6 | 0 | 1 |
| 40 | 0 | 37½ | 0 | 27 | 0 | 17 | 0 | 9 | 0 | 4 | 0 | 1 |
| 45 | 0 | 32 | 0 | 22 | 0 | 14 | 0 | 8 | 0 | 4 | 0 | 1 |
| 50 | 0 | 26 | 0 | 18 | 0 | 12 | 0 | 6 | 0 | 2 | 0 | 1 |
| 55 | 0 | 22 | 0 | 15 | 0 | 10 | 0 | 5 | 0 | 2 | 0 | 1 |
| 60 | 0 | 18 | 0 | 13 | 0 | 8 | 0 | 4 | 0 | 2 | 0 | 1 |
| 65 | 0 | 15 | 0 | 10 | 0 | 6 | 0 | 4 | 0 | 2 | 0 | 0 |
| 70 | 0 | 12 | 0 | 8 | 0 | 5 | 0 | 3 | 0 | 2 | 0 | 0 |
| 75 | 0 | 8 | 0 | 6 | 0 | 4 | 0 | 2 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| [illegible] | 0 | 5 | 0 | 4 | 0 | 3 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 85 | 0 | 3 | 0 | 2½ | 0 | 2 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 90 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

# OBSERVATIONS SUR LA SENSITIVE.

Par M. DU FAY. *

LA Sensitive est trop connue pour que nous ayons rien à dire sur ses mouvemens ordinaires & les explications que la plupart des Auteurs qui ont eu occasion d'en parler, ont essayé d'en donner, mais nous croyons ces explications très insuffisantes, & nous pensons qu'il seroit nécessaire de faire un grand nombre d'observations nouvelles, de rassembler des faits certains, & de répéter plus d'une fois les expériences les plus singulieres, avant que de tenter des explications qui ne peuvent être que très imparfaites, si elles ne sont appuiées sur les phénomenes dont on ne peut avoir de connoissance que par les voies que nous venons d'indiquer.

C'est dans cette vue que nous avons travaillé depuis quelques années, M. du Hamel & moi, à faire les observations suivantes, que nous avons jugé à propos de donner en commun, parce que travaillant sur le même sujet, le hazard nous a fait rencontrer très souvent dans les mêmes expériences, que nous en avons fait plusieurs ensemble & de concert, & que celles que nous avons faites chacun en par-

* 24 Juillet 1736.

particulier, ont été pour la plupart répétées par l'un & l'autre, en sorte qu'on peut s'assurer qu'elles ont été faites avec exactitude.

Je ne suivrai dans le rapport de ces expériences, aucun ordre particulier que celui du tems à peu-près dans lequel elles ont été faites, & nous ne les donnons que comme un assemblage de matériaux qui peuvent être utiles à ceux qui voudront s'appliquer à l'examen particulier d'une Plante qui fait l'admiration de tous ceux qui la connoissent.

Il y a plusieurs especes de Sensitives, mais nous ne parlerons que de celle qui est connue des Botanistes sous le nom de *Mimosa humilis, spinosa, frutescens filiquis conglobatis. Plum. Cat.* Il est nécessaire d'en donner une Figure pour faire connoître chaque partie de la Plante, & éviter l'obscurité, ou la confusion dans la description des expériences. J'appellerai branche la partie * *A*, *B*, de la Plante, *B*, *C*, les rameaux, *C*, *D*, les côtes feuillées, *f*, *g*, *h*, les feuilles qui sont attachées à la côte feuillée chacune par un pédicule. Il y a ordinairement à chaque côte feuillée quatorze feuilles de chaque côté, mais quelquefois plus ou moins; chaque rameau porte pour l'ordinaire quatre côtes feuillées, & quelquefois deux seulement: le reste de la Plante varie comme toutes les autres. Ce petit nombre de définitions suffit, mais il étoit nécessaire pour l'intelligence de ce Mémoire.

On sait que presque toutes les Plantes qui ont leurs feuilles empanées ou rangées par paires

* Fig. 1.

paires sur une côte, ont un mouvement périodique qui les fait se fermer tous les soirs, & s'ouvrir tous les matins, les Casses, les Cassies, les Acacias, les Sensitives, sont de ce nombre.

* M. de Mairan a remarqué que quoique la Sensitive fût dans un lieu très obscur, & d'une température assez uniforme, elle ne laissoit pas de se fermer tous les soirs, & de se rouvrir tous les matins, comme si elle eût été exposée au jour. Nous avons voulu voir ce qui arriveroit en mettant la Sensitive dans une obscurité plus parfaite, & nous avons fait l'expérience chacun de notre côté, nous l'avons fait faire aussi dans les caves de l'Observatoire, où le Thermometre ne varie pas sensiblement, le succès a été à peu près le même dans chacune de ces expériences, & voici ce qui est arrivé.

I. OBSERVATION. Le 14 d'Août, à 10 heures du matin, ayant porté un pot de Sensitive dans un caveau très obscur, qui étoit précédé d'une autre cave, la Plante se ferma par le mouvement du transport. Le lendemain, à 10 heures du matin, elle étoit ouverte, mais pas absolument autant que dans son état naturel; le soir à 10 heures elle étoit entierement ouverte; elle le fut pareillement le reste de la nuit, & le lendemain à 7 heures du soir elle l'étoit encore, & même elle étoit très sensible; le même jour à 10 heures elle étoit dans le même état, & les feuilles que j'avois touchées trois heures auparavant, & qui

* Hist. de l'Ac. 1729. p. 47.

qui s'étoient fermées alors, étoient entierement ouvertes; elle resta encore deux jours dans la même cave, & fut toujours ouverte & sensible. Le 18 à 9 heures du soir, je la retirai de la cave très doucement, & je l'exposai à l'air, elle demeura ouverte toute la nuit, elle étoit toujours sensible, mais cependant un peu moins que dans son état ordinaire, elle fut tout le jour ouverte, & le soir elle se ferma comme toutes les autres, & a continué à se porter très bien, sans qu'il ait paru que cette expérience lui eût fait aucun tort. Il est arrivé la même chose à M. du Hamel, si ce n'est que la sienne étoit plus paresseuse dans le tems qu'elle a demeuré à la cave, ce qui vient peut-être de ce que ma Plante étoit plus vigoureuse que la sienne, ou de ce que son expérience a été faite dans une saison un peu plus avancée.

Voici, comme l'on voit, un effet tout différent de ce qui est arrivé à M. de Mairan, & l'on pourroit croire que cela vient de ce que l'obscurité étoit plus parfaite, mais cela tient certainement à une autre cause, car nous avons enfermé dans une grande malle de cuir un pot de Sensitive, la malle étoit enveloppée de plusieurs doubles d'une grosse étoffe de laine, & de plus elle étoit placée dans une chambre dont les portes & fenêtres étoient exactement fermées, la Plante n'a pas laissé d'être ouverte à 8 heures du matin; il est vrai qu'elle ne l'étoit pas absolument autant qu'elle l'auroit été à la lumiere du jour, mais elle avoit certainement beaucoup moins de lumiere dans cet endroit qu'elle n'en a à 7 heures

du soir dans le mois de Juillet à l'air libre; cependant dans ce dernier cas elle est entierement fermée, au lieu que dans la malle elle étoit presque absolument ouverte, de même que dans l'expérience de M. de Mairan.

II. Nous avons fait passer l'hiver à quelques pieds de Sensitive dans les nouvelles Serres du Jardin du Roi; elle est beaucoup plus paresseuse que pendant l'été, & paroît comme engourdie, cependant elle ne manque pas de se fermer tous les soirs, & de se rouvrir tous les matins, quoiqu'il y ait souvent des jours plus froids que les nuits, ainsi que je l'ai reconnu par le Thermometre; on peut donc inférer de ces deux observations, que ce n'est point de la température de l'air, ni de la lumiere du jour, & de l'obscurité de la nuit seulement que dépend ce mouvement alternatif de la Sensitive. Je me suis assuré par l'expérience suivante que ce n'étoit ni la chaleur du jour qui faisoit ouvrir la Sensitive, ni la fraîcheur des approches du soir qui la faisoit fermer; car le 29 d'Août je remarquai qu'un Thermometre de M. de Reaumur que j'avois placé à côté d'un pot de Sensitive dans une chambre, étoit au 15me degré à 7 heures du soir lorsqu'elle se ferma: le lendemain à 7 heures du matin, le Thermometre étoit 2 degrés plus bas, & cependant la Plante étoit parfaitement ouverte. Ce jour-là même je portai à midi la Sensitive ouverte & le Thermometre dans un endroit où le Thermometre qui avoit été le matin dans un lieu plus chaud, descendit à 20 degrés; je laissai l'un & l'autre en cet endroit jusqu'à 5 heures, & je

je les portai alors ſans donner le moindre mouvement à la Senſitive, dans un endroit voiſin où il y avoit du feu allumé, le Thermometre monta à 28 degrés en moins d'un quart d'heure, & demeura juſqu'à 8 heures du ſoir à peu près au même point, la Senſitive ne laiſſa pas de ſe fermer avant 7 heures, & même plutôt qu'elle n'auroit fait en plein air; peut-être la température avoit été trop promptement changée, & c'eſt ce qui l'aura fait fermer plutôt. Cette expérience ſuivie longtems avec exactitude & patience, pourroit peut-être mener à quelque découverte ſur le mécaniſme des mouvemens de cette Plante.

III. Une lumiere artificielle ne produit pas le même effet, ſoit qu'on mette la Senſitive auprès d'une flamme très brillante, ou qu'on en approche de fort près un flambeau allumé, il ne lui arrive aucun changement, & elle demeure toujours fermée.

IV. La Plante n'eſt pas également ouverte tous les jours, ni auſſi exactement fermée toutes les nuits; les jours chauds ſont ceux où elle fait le mieux ſon jeu, quand il fait froid elle ſemble languir, & lorſqu'elle ſe ferme, ſes feuilles ne ſont pas auſſi exactement appliquées l'une contre l'autre; de même quand elle eſt ouverte, elles ne ſont pas alors dans le même plan, mais celles de la droite forment un angle plus ou moins obtus avec celles de la gauche. Le tems où elle eſt le plus ſenſible, & par conſéquent le plus propre aux expériences, eſt ſur les 9 heures du matin d'un jour très chaud, & où le Soleil eſt un peu couvert, car pendant les grandes ardeurs du

Soleil, vers le milieu du jour, elle se ferme ordinairement un peu.

V. Lorsqu'un pot de Sensitive a été pendant quelques heures couvert d'une cloche de verre, & exposé au Soleil; si l'on vient à lever cette cloche sans toucher la Plante, ni remuer aucune de ses branches, au bout d'une minute, ou environ, ses feuilles & ses branches se plient toutes successivement, & elle se ferme presque entierement. Cette observation avoit déja été faite par d'autres *, je l'ai répétée avec tout le soin possible, & je me suis assuré que cela ne venoit ni du vent, ni d'aucun mouvement, mais seulement du changement qui résulte de la différence de l'air extérieur & de celui qui étoit renfermé sous la cloche, ce qui a quelque rapport avec la seconde observation.

VI. Un rameau † *B*, *C*, coupé & détaché de la Plante, continue à se fermer quand on le touche, ou quand la nuit approche; & il se rouvre ensuite: cette faculté se conserve encore plus longtems si l'on fait tremper dans l'eau le bout du rameau.

VII. Ayant lié le soir une grosse branche de Sensitive avec un fil ciré, & l'ayant serré fortement, cela n'a pas empêché les feuilles de cette branche de s'ouvrir le lendemain matin, & d'être sensibles comme celles du reste de la Plante; la même chose est arrivée à une côte feuillée après l'avoir liée pareillement par la tige qui l'attache au rameau.

VIII.

* *Hook Micrographia*, *obs.* 28. *p.* 116.
† *Fig.* 1.

VIII. Tous les mouvemens de la Sensitive se font dans les articulations du rameau à la branche, de la côte feuillée au rameau, & du pédicule de la feuille à la côte feuillée, & ces mouvemens sont à peu-prés semblables à ceux d'une charniere. Il est bon d'en donner une idée un peu plus détaillée. Le rameau se meut sur la branche épineuse dans le point B de son articulation d'une maniere assez semblable au mouvement d'une branche de compas; ce rameau porte à son autre extrémité deux ou quatre côtes feuillées qui se meuvent pareillement dans le point C de leur articulation qui est commun à toutes, & outre cela chaque feuille se meut sur son pédicule, & s'applique l'une contre l'autre chacune sur son opposée, en sorte qu'elles décrivent chacune un angle de 90 degrés. Voilà donc dans cette Plante trois parties différentes qui se meuvent les unes sur les autres, & même avec quelques différences dans leurs mouvemens, car les feuilles non seulement se rapprochent & se collent l'une contre l'autre, mais la grosse fibre de chaque feuille & son pédicule qui faisoient avec la côte feuillée un angle droit lorsque la Sensitive étoit ouverte, font un angle aigu lorsqu'elle est fermée, en sorte que le mouvement de la feuille est composé, & qu'il est plutôt celui d'un genou, ou d'une charniere inclinée, que celui d'une tête de compas; le mouvement des côtes feuillées sur le rameau est moins considérable que celui du rameau sur la branche, ces deux derniers paroissent ne se faire que d'un sens, & tiennent plus de la charniere que du genou.

non. On peut voir l'état des rameaux & des feuilles dans ces différentes positions ; les cercles & les lignes ponctuées désignent le mouvement de chaque partie de la Plante, ainsi avant que de toucher le rameau * *C*, *D*, les quatre côtes feuillées sont ouvertes comme celle marquée *E* ; si l'on touche l'extrémité d'une de ces côtes *M*, les feuilles *f*, *g*, *h*, se plient en décrivant l'arc *f*, *h* ; lorsque les feuilles sont toutes pliées, la côte est semblable à celle qui est marquée *N* ; & quand elle commence à se rouvrir, c'est par le bout, comme on voit en *O*. Lorsque le rameau *C*, *D*, se plie, c'est en décrivant l'arc ponctué *D*, *H*, & *M*, *P*, & il vient dans la situation *G*, *H*. Ce peu de figures & d'explications suffit pour l'intelligence de tout ce que nous avons à dire dans ce Mémoire.

IX. Ces mouvemens sont indépendans les uns des autres, & si l'on touche une feuille très délicatement, cette seule feuille se plie ; mais si l'impression du mouvement a été assez forte pour en faire mouvoir deux, c'est l'opposée de celle qui a été touchée qui se plie & se colle contre la première, & cela arrive sans que la côte feuillée ni le rameau ayent aucun mouvement. On peut aussi les faire mouvoir sans que les feuilles remuent, mais il faut beaucoup d'attention & de délicatesse pour y réussir ; parce que lorsqu'un rameau se plie, il est difficile que les feuilles ne touchent à quelque autre partie de la Plante, ce qui

* Fig. 2.

qui occasionne un mouvement qui trouble l'expérience, mais nous nous sommes bien assurés qu'en prenant toutes les précautions convenables, tous ces mouvemens se pouvoient faire indépendamment les uns des autres.

X. La nuit, lorsque la Sensitive est fermée, c'est-à-dire, lorsque les feuilles sont appliquées les unes contre les autres, si on la touche elle est encore sensible, car les côtes feuillées & les rameaux se plient comme pendant le jour, & même les rameaux font quelquefois un plus grand mouvement que le jour, & s'approchent plus près de la branche, & avec plus de force.

XI. Le 12 de Septembre j'observai exactement le mouvement d'un rameau, il faisoit à 9 heures du matin avec la grosse branche un angle d'environ 100 degrés; à midi il étoit de 112, à 3 heures après midi elle étoit revenue comme à 9 heures; je la touchai alors, les feuilles se plierent, & le rameau se rapprocha de la branche, ne faisant plus avec elle qu'un angle de 90 degrés. A 3 heures $\frac{3}{4}$ les feuilles s'étoient rouvertes, & le rameau faisoit avec la branche un angle de 112 degrés comme à midi, & plus grand que lorsque je l'avois touchée; à 8 heures du soir les feuilles étoient fermées, & le rameau faisoit avec la branche un angle de 90 degrés, comme à 3 heures, après que je l'eus touchée. Le lendemain à 9 heures du matin, le même rameau faisoit avec sa branche un angle de 135 degrés, la Plante étoit plus sensible que la veille, car l'ayant touchée, elle se plia de sorte que le

le rameau ne fit plus qu'un angle de 80 degrés; cette augmentation de sensibilité venoit de ce qu'il faisoit plus beau & plus chaud que la veille. Au bout d'une heure le rameau étoit revenu à 135 degrés, comme il étoit avant que d'avoir été touché; je le retouchai alors, c'est-à-dire à 10 heures, il ne revint qu'à 110 degrés; à 11 heures il étoit plus ouvert qu'il ne l'avoit été, & faisoit un angle de 145 degrés, je le touchai, il revint à 90; à midi le rameau étoit revenu au même point qu'à 11 heures; l'ayant touché alors, il ne se rapprocha de la branche que de 10 degrés, les feuilles se rouvrirent ensuite sans que le rameau changeât de position : à 5 heures je le touchai, il vint à 110 degrés de 135 où il étoit. Je n'ai pas poussé plus loin cette observation, qui est néanmoins assez curieuse, & qui méritéroit attention; mais il faudroit pouvoir s'assurer de frapper toujours la feuille ou le rameau avec une force égale, ce qui n'est pas facile, à moins qu'on ne prenne beaucoup de précautions.

XII. Il n'importe avec quel corps on touche les feuilles pour les faire mouvoir, mais il faut que ce soit avec une espece de secousse; on peut presser quelques feuilles entre les doigts sans qu'elles se plient, mais si on le fait avec secousse, ou qu'on gêne assez la feuille pour occasionner le moindre mouvement dans l'articulation du pédicule, elles se ferment aussi-tôt; d'où l'on voit que c'est dans l'articulation que réside principalement la sensibilité de la Plante.

XIII. Si l'on gratte légerement avec la pointe

pointe d'une aiguille, un petit endroit blanchâtre qui est à l'articulation de la feuille sur la côte, qui paroît transparent & un peu plus relevé que le reste de la feuille, elle se plie sur le champ, ce qui n'arrive pas si promptement, ni si facilement si l'on cause une pareille irritation à quelqu'autre partie de la feuille.

XIV. Le vent fait fermer la Sensitive aussi bien que la pluye, mais ce n'est que par l'agitation que l'un & l'autre donnent aux feuilles, car si on pose légérement une goutte d'eau à quelqu'endroit de la Plante que ce soit, il n'en résulte aucun mouvement; il arrive aussi quelquefois qu'une pluye douce & fine ne la fait point fermer, parce que les gouttes d'eau tombent avec peu de force, & n'occasionnent point un choc assez violent.

XV. Des feuilles entierement fanées & jaunes, ou plutôt blanches & prêtes à mourir, conservent encore leur sensibilité, ce qui confirme ce que nous avons déja dit, qu'elle réside principalement dans les articulations.

XVI. Le tems qui est nécessaire à une branche qui a été touchée pour se rouvrir & se rétablir entierement, varie suivant la vigueur de la Plante, l'heure du jour, & la saison; il faut quelquefois une demi-heure, & quelquefois moins de 10 minutes. L'ordre dans lequel les feuilles se rouvrent, n'est pas plus uniforme; car tantôt c'est le rameau qui commence le prémier à se rétablir, & d'autres fois c'est la côte feuillée, ou les feuilles qui commencent à s'écarter les unes des autres.

XVII. Si l'on coupe avec des ciseaux très déli-

délicatement & sans remuer la Plante, la moitié d'une feuille de la derniere, ou de l'avant-derniere paire, comme * K ou S, on voit presque dans le même instant, la feuille opposée à celle que l'on a coupée, se plier de même que celle à laquelle on a touché. l'instant d'après, les deux feuilles opposées d'au dessus se ferment & s'appliquent l'une sur l'autre, les deux suivantes font ensuite de même, & cela continue de la sorte jusqu'à ce que toutes les feuilles de cette côte soient fermées, ce qu'elles font presque toujours deux à deux, savoir les deux opposées ensemble; lorsqu'elles sont toutes pliées, il se passe quelquefois 12 ou 15 secondes, & même davantage, sans qu'il arrive aucun mouvement, mais aussi-tôt après, le rameau s'abbat, & chacune des côtes feuillées se ferme, quelquefois l'une après l'autre, & quelquefois plusieurs ensemble, mais au-lieu que la prémiere a commencé à se fermer par les feuilles de la pointe, celles-ci commencent par les feuilles qui sont les plus proches de l'articulation de la côte feuillée au rameau, ce qui fait qu'on ne les voit pas, comme dans la prémiere, se fermer par mouvemens distincts, & avec des intervalles marqués entre chaque paire de feuilles, parce que se fermans dans cet ordre, les prémieres touchent nécessairement les autres, ce qui les oblige à se fermer ainsi presque en même tems jusqu'à la pointe de la côte feuillée; quelquefois ce mouvement dans les côtes feuillées se fait avant que le rameau se plie; quelquefois même

* Fig. 2.

même toutes les côtes feuillées se ferment dans l'ordre que nous venons de décrire, sans qu'il arrive aucun mouvement dans le rameau. On trouve dans la Micrographie de Hook, une partie de cette expérience, mais je n'en avois aucune connoissance lorsque je la fis, & j'ai cru devoir la rapporter avec toutes ses circonstances, parce qu'il y en a plusieurs qui ne se trouvent point dans ce Livre.

XVIII. Si l'on coupe toutes les feuilles de la droite des quatre côtes feuillées qui sont sur un rameau, & qu'on laisse rouvrir ces côtes, qu'on juge bien qu'un pareil ébranlement a fait fermer, il arrive la même chose que l'on vient de voir dans l'observation précédente lorsqu'on vient à couper la moitié d'une des feuilles restantes, & elles se ferment toutes dans l'ordre que nous avons marqué, quoiqu'alors elles se trouvent toutes dénuées de leurs feuilles opposées.

XIX. La même chose arrive encore lorsqu'on coupe les feuilles de la droite d'une côte, & celles de la gauche d'une autre portée par le même rameau. Je faisois ces expériences à dessein de voir s'il n'y avoit pas quelque communication particuliere des feuilles de la droite d'une côte avec celle de la droite d'une autre, mais on voit qu'il n'y en a point d'autre que celle qui régne dans toutes les parties de la Plante, ou plutôt du même rameau.

XX. Si au lieu de couper la moitié d'une des feuilles qui sont vers la pointe de la côte feuillée, on coupe une de celles qui sont les plus proches du rameau, le même effet

s'enfuit, si ce n'est que la côte dont on a coupé la moitié de la feuille, se ferme en commençant par l'endroit où l'on a coupé, & finissant par la pointe; les trois autres côtes se ferment aussi quelques secondes après, de la même maniere & dans le même ordre.

XXI. Si l'on met une goutte d'Eau forte sur une feuille assez délicatement pour ne la point ébranler, il n'arrive aucun mouvement jusqu'à ce que l'Eau forte ait commencé à détruire la feuille, alors toutes celles du rameau se ferment dans l'ordre que nous venons de marquer; cette expérience est aussi rapportée dans le Livre de Hook.

XXII. Une bouteille d'Esprit de Vitriol très sulphureux & volatil, placée sous une branche de la Sensitive, n'a causé aucun mouvement dans la Plante. La vapeur du Soufre brulant la fait fermer dans le moment, ainsi que M. Hook l'a rapporté, mais il faut observer que comme la vapeur du Soufre s'étend au loin, il y a plusieurs parties de la Plante qui en sont frappées plus ou moins fortement; la côte feuillée qui étoit immédiatement au dessus du Soufre brulant a été un peu grillée par l'extrémité des feuilles, & elle s'est fermée sur le champ; quelques autres qui étoient moins exposées à cette vapeur, se sont aussi fermées presque en même tems, mais ces dernieres se sont rouvertes plutôt que la premiere, qui a commencé par la partie qui n'avoit pas été brulée; cette partie grillée s'est rouverte aussi dans la suite, mais foiblement; la Plante n'a pas paru avoir souffert de cette expérience.

XXIII. Une bouteille d'Esprit volatil de

Sel

Sel ammoniac étant présentée sous l'extrémité d'une côte feuillée bien sensible, elle s'est fermée successivement, & par feuilles opposées, comme à l'ordinaire, & s'est rouverte peu de tems après sans avoir reçu la moindre altération. Ayant mis sur une feuille, une goutte de cet Esprit, les côtes & le rameau se sont fermés à l'ordinaire, mais les côtes ne se sont pas rouvertes parfaitement du reste de la journée; le lendemain, cette partie de la feuille étoit entierement fanée & morte, le reste faisoit son jeu comme auparavant.

XXIV. Ayant coupé avec un canif environ les trois quarts du diametre d'un rameau, il s'est plié sur le champ, & les feuilles se sont fermées, mais elles se sont rouvertes au bout de quelques heures, & depuis ce tems ce rameau a toujours eu autant de sensibilité que le reste de la Plante.

XXV. Ayant coupé entierement une branche qui portoit trois rameaux, les feuilles du rameau le plus proche de la partie coupée se sont pliées en partie, ce qui peut venir du petit ébranlement qu'il est difficile d'éviter, mais les deux autres rameaux n'ont eu aucun mouvement, & même les feuilles du premier qui s'étoient un peu fermées, se sont rouvertes un quart-d'heure après, mais elles avoient perdu une partie de leur sensibilité.

XXVI. Ayant coupé avec un canif la moitié supérieure d'une grosse branche rampante, les rameaux qui étoient depuis cette incision jusqu'à la racine de la Plante, se plierent comme quand on les touche à l'ordinaire,

re, mais leurs feuilles ne se fermerent point ; ayant alors coupé le bout d'une feuille de l'un de ces rameaux, les choses arriverent comme dans la dix-septiéme observation à l'égard des feuilles, mais le rameau ne se plia pas plus qu'il l'étoit. La même chose arriva lorsque l'incision fut faite à la partie inférieure d'une autre branche, l'une & l'autre furent faites sans causer le moindre ébranlement à la branche, & il n'y eut aucun mouvement dans les rameaux qui étoient entre l'incision & le bout de la branche, ce qui est digne de remarque; car nous avons vu que ceux qui étoient entre l'incision & la racine de la Plante se sont repliés, quoiqu'il n'y ait eu aucun mouvement.

XXVII. Les feuilles de la Sensitive n'ont paru recevoir aucune altération pour avoir été frottées d'Esprit de Vin, elles se sont ouvertes & fermées dans la suite, comme toutes les autres. L'huile d'Amande douce n'a pas fait plus d'effet, quoiqu'il y ait plusieurs Plantes que l'on fait périr en les frottant seulement d'Huile.

XXVIII. Ayant mis dans l'eau un rameau chargé de ses côtes feuillées, & l'y ayant assujetti avec un petit poids, en sorte que le rameau entier y fût toujours plongé, les feuilles se fermerent, comme elles font en entrant dans l'eau; peu après quelques petites feuilles qui n'étoient pas couvertes de beaucoup d'eau en sortirent & s'ouvrirent, pendant que les opposées étoient encore sous l'eau & fermées, aussi bien que les autres côtes feuillées. Le lendemain matin, toutes les feuilles étoient sorties

tées de l'eau, les côtes & le rameau s'étant contournées d'une façon singuliere, & les feuilles étoient toutes ouvertes. M. du Hamel qui a fait cette expérience, rechargea de nouveau ce rameau [illegible] plus proche de l'articulation des côtes feuillées, il remit de l'eau dans le vase, en sorte qu'il y en avoit un pouce ou un pouce & demi sur toutes les feuilles : le lendemain matin, toutes les feuilles s'étoient recourbées contre leur disposition ordinaire, & comme pour sortir de l'eau ; une seule des quatre côtes feuillées avoit pu gagner la superficie de l'eau, & il n'y avoit que celle-là qui se fût ouverte ; mais ce qu'il y avoit de singulier, c'est qu'elle étoit épanouie, tant dans la partie de la feuille qui étoit hors de l'eau, que dans celle qui y étoit encore ; cependant elle étoit très paresseuse, & presque insensible dans toutes ses parties ; ayant été retirée de l'eau, elle s'ouvrit presque dans le moment.

XXIX. Ayant répété l'expérience plusieurs jours de suite, elle a toujours réussi à peu près de la même maniere, mais les feuilles commençant à se détacher de la côte, on a retiré la branche de l'eau, & elle s'est rétablie en très peu de tems comme elle étoit avant l'expérience.

XXX. Au mois de Juillet, j'ai placé un pot de Sensitive au fond d'un sceau rempli d'eau, presque toutes les feuilles se sont fermées par l'attouchement de l'eau ; quelques-unes qui étoient demeurées ouvertes, n'étoient presque point sensibles lorsqu'on les touchoit dans l'eau ; il étoit 9 heures du matin quand je

je commençai l'expérience ; une demi-heure après, presque toutes les feuilles étoient rouvertes, mais pas tout à fait autant que dans l'air libre ; il s'étoit élevé pendant plus d'un quart d'heure, des bulles d'air de la surface de la terre contenue dans le pot ; je touchai alors la Sensitive à toutes ses feuilles pour les faire fermer, ce qu'elles firent toutes, à la réserve de quelques-unes que l'eau avoit collées trop fortement l'une contre l'autre. Une heure après, toutes les feuilles s'étoient rouvertes, & elle étoit presque aussi sensible dans l'eau qu'elle l'avoit été à l'air ; cela fut très constant tout le reste du jour, mais cependant pas tout à fait autant qu'à l'ordinaire. A 7 heures du soir, elle étoit entierement fermée, de même que celles qui étoient à l'air ; je touchai les rameaux un peu fortement, ils se plierent, mais je les trouvai moins sensibles qu'ils n'avoient coûtume de l'être avant que la Plante eût été mise dans l'eau. Le lendemain à 7 heures du matin, il n'y avoit qu'environ la moitié des feuilles d'ouvertes, & elles étoient peu sensibles, ce que j'attribuai à la fraîcheur de l'eau, parce qu'effectivement la nuit avoit été froide, je plaçai le sceau au Soleil, & à 8 heures, plus des trois quarts des feuilles étoient ouvertes ; à 9 heures, elles étoient presque toutes ouvertes, mais très peu sensibles ; à 10 heures, la Plante étoit dans le même état ; j'ai retiré le pot très doucement, quelques feuilles se sont fermées en sortant de l'eau, les autres étoient un peu sensibles, mais paresseuses ; j'ai mis le pot au Soleil, en une heure pres-

que toutes les feuilles se sont ouvertes; mais elles n'avoient pas une sensibilité aussi parfaite qu'à l'ordinaire; le lendemain elle s'est trouvée rétablie dans son état naturel.

XXXI. Si on brule avec le Miroir ardent l'extrémité d'une des feuilles, elle se ferme un instant après, de même que son opposée; les autres côtes feuillées suivent peu après, de même que le mouvement du rameau, qui quelquefois précede celui des autres côtes feuillées; enfin souvent, lorsque l'impression a été vive, les autres rameaux de la même branche font la même chose, comme il arrive dans quelques-unes des observations précédentes, comme si la Plante avoit une sensibilité réelle, & que lorsque l'impression est plus forte, les effets en fussent aussi plus considérables.

XXXII. Si l'on coupe un rameau par le milieu, & qu'on brule avec le miroir ardent l'extrémité de la partie de ce rameau qui demeure attachée à la Plante, les feuilles, les côtes feuillées & les rameaux de la branche se ferment de la même maniere que nous venons de le dire, & en plus grande ou moindre quantité, suivant que l'impression de la brulure a été plus ou moins forte. La même chose arrive dans ces deux expériences, si, au-lieu du miroir ardent, on se sert d'une bougie allumée pour bruler la feuille ou le rameau; & si on brule une feuille, il est indifférent que ce soit une de celles qui sont à la pointe ou à la base de la côte feuillée.

XXXIII. Si au-lieu du Soleil ou d'une bougie, on se sert d'une pince médiocrement chaude,

chaude, & qu'on ne l'approche que de loin d'une côte feuillée, les feuilles de cette seule côte se ferment, mais si la pince est plus chaude, ou qu'on l'approche de plus près, toutes les feuilles de la branche se ferment comme dans les expériences précédentes. Nous avons répété plusieurs fois cette expérience avec toutes les précautions possibles, & entre autres en approchant un fer rouge de la pointe d'une feuille; mais pour empêcher que la chaleur de ce fer ne fût sensible au reste de la Plante, j'avois fait un trou de 3 ou 4 lignes de diametre au milieu d'une ardoise, & c'étoit à travers ce trou que je présentois le fer rouge à la feuille, cela n'a pas empêché que les feuilles de ce rameau ne se soient toutes fermées dans l'ordre que nous avons dit dans la 17me observation, & qu'ensuite plusieurs autres feuilles & rameaux de la Plante n'ayent fait la même chose, ce qui est très singulier; car il n'y avoit certainement que les trois ou quatre feuilles de la pointe d'une des côtes feuillées qui eussent ressenti l'action du fer rouge, & cependant plus de la moitié de la Plante se ferma; ce qui prouve que l'action de la chaleur n'avoit pu être transmise que par les parties intérieures des rameaux & des branches.

XXXIV. Si l'on touche doucement une feuille, rien ne remue; si on la touche un peu plus fort, la côte feuillée se ferme sans que les autres se ferment dans ce moment; enfin si l'on augmente par degrés l'irritation causée par le froissement, ou par la secousse, l'effet augmente à proportion, & plus l'im-

l'impression a été vive, plus il y a de côtes feuillées & de rameaux qui se mettent en mouvement.

XXXV. Si l'on coupe avec beaucoup de dextérité & de délicatesse une côte feuillée près de son insertion avec le rameau, il n'arrive aucun mouvement dans les autres, & souvent même les feuilles de cette côte sont long-tems sans se fermer, si l'on a eu soin de prévenir sa chute en la soutenant sur quelque chose de solide avant que de la couper. Il n'arrive non plus aucun mouvement si l'on perce une branche avec une aiguille, & qu'on ait attention à ne lui causer aucune agitation.

XXXVI. Lorsqu'on coupe une grosse branche de Sensitive avec un canif bien tranchant & bien poli, la lame reste teinte d'une tache rouge qui s'en va facilement à l'eau, & qui est âcre sur la langue. Cette liqueur blanchit en séchant, & s'épaissit en forme de mucilage. M. Hook rapporte que si l'on arrache une branche de Sensitive lorsque les feuilles sont fermées, il ne sort point de liqueur par la partie arrachée, mais que si on l'arrache adroitement sans faire fermer les feuilles, il en sort une goutte. Nous avons fait cette expérience avec soin, & il nous a paru que la goutte de liqueur sortoit toujours, soit que les feuilles fussent ouvertes ou fermées lorsque l'on coupe ou que l'on arrache la branche; mais ce qui est arrivé dans le cas rapporté par M. Hook, dépend peut-être de quelque autre circonstance, comme la grosseur de la branche, ou de plus ou moins de vigueur

de

de la Plante ; d'ailleurs cette expérience n'est pas facile à exécuter, parce qu'il faut user de beaucoup de précautions pour couper ou arracher une branche sans faire fermer ses feuilles.

XXXVII. La vapeur de l'eau bouillante dirigée sous le bout des feuilles fait le même effet que si on les bruloit, ou si on les coupoit, mais son effet s'étend sur toutes les feuilles voisines, & elles sont engourdies pendant plusieurs heures, & même ne se rouvrent pas entiérement du reste de la journée.

XXXVIII. M. du Hamel a pris un globe de verre de deux pouces & demi de diametre, il a fait entrer par son ouverture une branche de Sensitive sans la détacher de la Plante, il a fermé ensuite l'ouverture du globe avec de la cire, la branche a continué à s'ouvrir le jour & à se fermer la nuit comme si elle eût été à l'air. Il a échauffé tout doucement l'air de ce globe avec une bougie, toutes les feuilles de la branche qui y étoit, se sont fermées ; il retira alors la bougie, & peu-à-peu toutes les feuilles se rouvrirent. Il remarqua que la même chose arrivoit pendant la nuit, & que lorsqu'on approchoit la flamme de la bougie du globe, les feuilles se fermoient plus exactement qu'elles ne l'étoient, & que les rameaux se rapprochoient un peu de la branche ; enfin au bout de quelques jours, cette branche s'étant fanée, M. du Hamel en détacha le globe, & y fit entrer une nouvelle branche qu'il y adapta pareillement avec de la cire.

XXXIX. M. du Hamel posa ce globe dans

une

une petite cuvette de fayence qu'il remplit de glace & de sel, on voyoit distinctement la branche à travers la partie supérieure du globe qui n'étoit point couverte de glace. D'abord la Sensitive parut s'ouvrir plus qu'elle ne l'étoit, & les feuilles opposées, au lieu d'être dans le même plan, se renversoient du sens contraire à celui dans lequel elles se ferment; peu après deux côtes feuillées qui étoient dans la partie du globe la plus exposée à l'action de la glace se fermerent, mais les autres ne firent aucun mouvement, & ces deux-là se rouvrirent avant que la glace de la cuvette fût entierement fondue; ayant coupé la branche, & fait entrer de l'eau dans le globe, les feuilles de cette branche continuerent pendant plusieurs jours à s'ouvrir & à se fermer comme celles qui étoient encore sur la Plante, après quoi elle se fana & périt.

XL. Ayant rempli de glace & de sel une petite cuvette, l'ayant placée sous une branche de Sensitive le plus près qu'il étoit possible sans la toucher, & ayant soutenu au dessus de cette même branche un pareil mélange dans une capsule de verre très mince, les feuilles de la branche parurent s'ouvrir d'abord, & se fermerent ensuite presque tout-à-coup, & comme si on les eût touchées; la même chose arriva en approchant un morceau de glace très proche des feuilles, tantôt au dessus & tantôt au dessous, ainsi on peut regarder cet effet de la glace comme constant. Ces deux dernieres observations confirment ce que nous avons observé plus haut,

que

que le changement de température d'air trop prompt fait presque toujours fermer la Sensitive. Un froid un peu considérable la fait languir, elle devient paresseuse, se fane & périt en peu de tems.

XLI. Nous voulumes voir ce que produiroit sur la Sensitive le vuide de la Machine pneumatique, & pour cela je coupai en même tems deux rameaux de la Plante dont les feuilles se fermerent sur le champ, j'en mis un sous le récipient de la machine pneumatique dont je pompai l'air jusqu'à ce que le mercure d'un petit Barometre que j'y avois placé, fût descendu à trois lignes près du niveau, l'autre rameau demeura sur le cuir de la platine de la machine à découvert; au bout d'une demi-heure les feuilles du rameau qui étoit à découvert étoient à demi-ouvertes, & l'autre étoit dans le même état que lorsqu'il avoit été mis sous le récipient. Deux heures après, ce dernier avoit toutes ses feuilles ouvertes, l'autre au contraire qui avoit été agité par quelque accident, s'étoit fermé, & ne s'est plus rouvert depuis. Celui qui étoit dans le vuide s'est fermé entierement sur les cinq heures du soir, c'est-à-dire, six heures après y avoir été mis, mais sur les neuf heures il étoit un peu rouvert. Le lendemain à huit heures du matin il l'étoit beaucoup davantage, mais pas entierement, je laissai rentrer l'air alors, ce qui ne donna aucun mouvement aux feuilles, elles étoient très vertes, sans cependant aucune sensibilité, & demeurerent quelque tems à demi-ouvertes, après quoi elles se fermerent, & ne se rouvrirent plus.

XLII. J'ai refait l'expérience avec trois rameaux, dont chacun n'avoit que deux côtes feuillées; je mis l'un sous le récipient de la machine pneumatique, & je pompai l'air jusqu'à ce que le mercure fût à trois lignes du niveau; je plaçai le second sur la platine de la machine pneumatique, couverte d'un récipient, & le troisieme à côté de ce récipient à découvert; c'étoit à dessein de voir si les différens effets des deux rameaux de l'expérience précédente venoient de ce que l'un avoit été dans le vuide, ou si ce n'étoit point seulement parce qu'il avoit été couvert tandis que l'autre ne l'étoit point. Une heure après avoir disposé ces trois rameaux, comme je viens de le dire, celui qui étoit couvert, mais dans l'air libre, étoit tout ouvert, celui qui étoit découvert, l'étoit à moitié, & celui qui étoit dans le vuide ne paroissoit point encore changer ni s'ouvrir. Deux heures après, celui dans le vuide étoit à demi-ouvert, celui sous le récipient dans l'air libre tout ouvert, & celui qui étoit à découvert, l'étoit presque tout-à-fait. Sur les six heures du soir celui du vuide commença à se fermer, celui qui étoit sous le récipient, l'étoit presque tout-à-fait, & celui qui étoit à découvert, l'étoit entierement depuis deux heures. A 10 heures du soir, celui dans le vuide étoit un peu entre-ouvert, & les deux autres fermés. Le lendemain à 7 heures du matin, celui dans le vuide étoit un peu plus ouvert que pendant la nuit, celui sous le récipient l'étoit entierement, & aussi sensible que s'il eût encore été sur la Plante, le troisieme qui étoit découvert,

vert, étoit tout fermé. A 9 heures celui dans le vuide étoit presque tout ouvert, celui sous le récipient étoit comme dans son état naturel & très sensible, celui qui étoit à l'air, étoit à demi-ouvert. A 11 heures celui dans le vuide étoit presque entierement ouvert, celui sous le récipient parfaitement, & très sensible, & celui à découvert s'étoit absolument refermé, & ne s'est plus rouvert depuis. A une heure celui du vuide & celui sous le récipient étoient dans le même état qu'à 11 heures. A 5 heures celui du vuide étoit dans le même état, celui sous le récipient a commencé à se fermer, & l'a été entierement en très peu de tems. A 8 heures celui du vuide a commencé à se fermer un peu, l'autre l'étoit toujours parfaitement. A 11 heures du soir, celui dans le vuide étoit à demi ouvert, & celui sous le récipient étoit un tant soit peu entre-ouvert. Le lendemain à 7 heures du matin, celui du vuide étoit plus ouvert qu'il ne l'avoit encore été, & presque entierement, & celui sous le récipient l'étoit parfaitement, & aussi sensible que la veille, les feuilles étoient encore plus ouvertes qu'elles ne le sont d'ordinaire sur la Plante, & étoient renversées de quelques degrés au-delà du plan dans lequel elles sont naturellement, comme nous l'avons déja vu dans la 39me observation. A 11 heures du matin, celui dans le vuide étoit ouvert comme sur la Plante, & celui sous le récipient l'étoit au-delà de l'ouverture ordinaire. A 9 heures du soir, celui du vuide étoit encore plus ouvert que le matin, & celui sous le récipient l'étoit un peu moins que

dans

dans l'état ordinaire, mais quoique je l'aye touché alors assez fortement, il n'a paru avoir aucune sensibilité. A 11 heures du soir, celui dans le vuide étoit dans le même état, & celui sous le récipient étoit un peu fermé, mais sans aucune sensibilité. Le lendemain à 4 heures du matin, l'un & l'autre étoient dans le même état. A 7 heures celui du vuide étoit ouvert comme sur la Plante, & celui sous le récipient aussi, ce dernier avoit quelque sensibilité. A midi ils étoient l'un & l'autre à peu-près dans le même état. A 9 heures & à 11 heures du soir, ils étoient tous deux ouverts assez également, & à peu-près comme dans l'état naturel.

Le jour suivant, à 7 heures du matin, ils étoient tous deux ouverts, mais celui sous le récipient plus que celui dans le vuide, ils n'avoient ni l'un ni l'autre aucune sensibilité; je les retirai alors, & les mis l'un & l'autre dans un vaisseau plat avec un peu d'eau, afin qu'ils pussent seulement en tirer quelque nourriture; le soir celui qui avoit été dans le vuide étoit à demi-fermé & fané, l'autre étoit ouvert comme s'il eût été sur la Plante en plein jour, mais il n'étoit point sensible. Le lendemain matin celui du vuide étoit encore plus fané, & l'autre en très bon état en apparence, soit pour la couleur ou pour le port, mais il n'avoit aucune sensibilité, & les feuilles se détachoient de la côte si-tôt qu'on les touchoit.

On juge bien que pendant le cours de cette longue & ennuieuse expérience il me falloit de tems en tems donner quelques coups

de piston à la machine pneumatique pour entretenir un vuide égal; & je me reglois pour cela sur mon petit Barometre, par le moyen duquel je voyois s'il rentroit de l'air dans le récipient, je l'ai par ce moyen toujours tenu dans le même état jusqu'à ce que j'aye laissé rentrer l'air tout-à-fait.

XLIII. J'ai voulu refaire encore cette expérience, mais plus en grand, & avec un pot entier de Sensitive; pour cela j'en ai mis un sous un grand récipient de la machine pneumatique dans les prémiers jours d'Août, & ayant pompé l'air jusqu'à ce que le mercure fût à quatre lignes près du niveau, toutes les feuilles se fermerent par l'agitation que l'on avoit donnée au pot, il étoit environ midi, elles ne se rouvrirent pas du reste de la journée, & l'intérieur du récipient étoit rempli de gouttes d'eau qui étoient sorties de la Plante ou de la terre par transpiration. A 11 heures du soir, ces gouttes d'eau y étoient encore, & la Plante étoit toute fermée. Le lendemain à 7 heures du matin, le récipient étoit éclairci, & les gouttes étoient dissipées, ou plutôt avoient coulé sur le cuir de la platine, la Plante n'avoit que deux ou trois feuilles entre-ouvertes, le reste étoit fermé; comme elle avoit passé la nuit dans une chambre dont les volets & les rideaux étoient fermés, & qui par conséquent étoit fort obscure, je portai très doucement la machine pneumatique auprès d'une fenêtre ouverte; à 9 heures il y avoit plus de la moitié des feuilles d'ouvertes; à midi elles l'étoient toutes presque entierement, mais cependant un

peu

peu moins qu'elles ne l'auroient été à l'air libre, & les feuilles de l'extrémité de chaque branche étoient demeuré fermées. Il y avoit toujours dans l'intérieur du récipient des gouttes qui y ont demeuré jusqu'à 7 heures du soir; il commença alors à s'éclaircir, & les gouttes à se précipiter, la Plante étoit toujours ouverte, mais elle ne paroissoit avoir aucune sensibilité, ce que je reconnoissois en agitant la machine pneumatique par secousses; à 11 heures du soir elle étoit dans le même état; le lendemain à 7 heures du matin elle étoit ouverte, & avoit aussi peu de sensibilité; l'intérieur du récipient étoit clair, elle avoit passé le jour précédent & la nuit auprès d'une fenêtre ouverte; à 11 heures du matin le récipient étoit humide en dedans, & la Sensitive presque toute fermée; à une heure le récipient étoit sec, & la Plante presque toute ouverte; à 3 heures de même; à 8 heures du soir les feuilles étoient très ouvertes, à l'exception de celles des extrémités des branches qui touchoient le récipient, & qui avoient toujours été fermées depuis le commencement.

Le lendemain à 7 heures du matin, le récipient étoit sec, & la Plante dans le même état, c'est-à-dire toute ouverte, à l'exception des feuilles dont nous venons de parler, en la secouant elle ne donnoit aucune marque de sensibilité. Sur les 9 heures le récipient s'étoit obscurci & rempli de gouttes; à 10 heures plusieurs feuilles étoient fermées, & quelques-unes paroissoient fanées; à une heure le récipient étoit toujours humide, & la Plante à

à demi-ouverte. A 4 heures les feuilles plus ouvertes, & le récipient moins humide, les feuilles des extrémités des branches paroissoient mortes ou très fanées. A 9 heures du soir la Plante dans le même état, & encore quelque humidité dans le récipient. Le jour suivant à 7 heures du matin le récipient sec, plusieurs feuilles entierement ouvertes, mais celles des extrémités & quelques autres paroissoient mortes, il n'y avoit aucune sensibilité dans la Plante. A 10 heures du matin le récipient étoit rempli de gouttes d'eau, & la Plante dans le même état. Comme elle paroissoit souffrir extrêmement, je laissai rentrer l'air, & il n'arriva aucun mouvement à la Plante: ayant ôté le récipient de dessus, & la touchant fortement avec le doigt, elle n'avoit presque aucune sensibilité, cependant les rameaux se plioient un peu, mais leur mouvement étoit très lent & très foible; les feuilles des extrémités étoient mortes, comme il me l'avoit paru; j'arrosai la Plante, & la mis au Soleil, elle ne se ferma point de toute la nuit, & le lendemain les feuilles des extrémités des branches étoient séches, les autres étoient d'un vert jaune par leurs extrémités, & la partie la plus proche du pédicule étoit la seule qui fût du vert ordinaire; la Plante avoit recouvert quelque sensibilité dans les articulations des rameaux & des côtes feuillées, mais il n'y en avoit aucune dans les feuilles; la Plante ne fit que languir depuis cette expérience, & mourut peu de tems après.

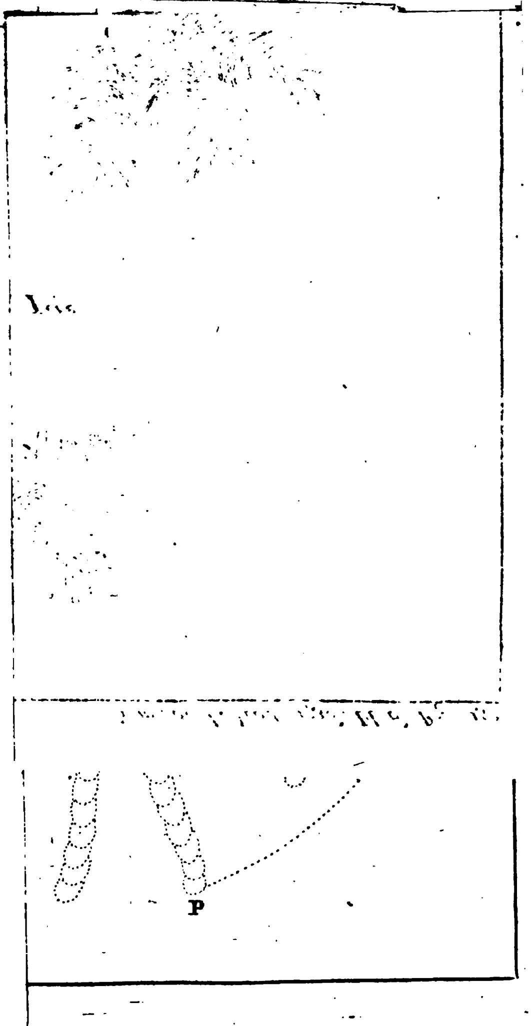
On voit par ces deux expériences que le

vuide

vuide de la machine pneumatique ne nuit aux mouvemens de la Senſitive que parce qu'il la fait languir, & enfin périr; comme il arriveroit à toute autre Plante, & que ſa ſenſibilité n'a aucun rapport immédiat avec l'air; car on peut avec raiſon attribuer à la langueur de la Plante l'irrégularité de ſes mouvemens périodiques, qui, comme on l'a vu, ne ſont point anéantis, mais ſeulement troublés par la privation de l'air. On voit auſſi que ce n'eſt pas à cauſe qu'elle eſt couverte d'un vaiſſeau de verre qui peut nuire à la tranſpiration de la Plante, qu'elle tombe dans cet état de langueur, car j'ai conſervé pendant pluſieurs jours de ſuite un pot de Senſitive ſous une cloche de verre ſans qu'elle parût en ſouffrir, mais c'eſt la privation de l'air, ou, pour parler plus exactement, ſa grande dilatation qui empêche ou trouble le mouvement de la ſéve & des liqueurs néceſſaires à ſa nutrition, & la fait périr peu-à-peu. Ce n'étoit peut-être pas la peine de faire deux expériences auſſi longues pour n'apprendre qu'un fait qu'on auroit pu prévoir, mais lorſque j'ai fait ces expériences, je ne ſavois pas quel en ſeroit le réſultat, & les ayant une fois faites, j'ai cru devoir les rapporter pour faire voir qu'elles ont été faites avec exactitude, & je ne les croirois pas inutiles, quand elles ne feroient qu'empêcher quelque autre perſonne de les faire auſſi de ſon côté.

Nous ne prétendons tirer des obſervations que nous venons de rapporter, aucunes conſéquences pour l'établiſſement d'un ſiſtême qui ſerve à expliquer les mouvemens de la Senſitive;

tive; ces obſervations & les différentes expériences dont nous venons de rendre compte, ſemblent au contraire former des objections contre la plupart des explications qui ont été propoſées juſqu'à préſent, ce n'eſt point cependant là non plus notre deſſein; lorſque nous avons travaillé ſur cette matiere, M. du Hamel & moi, nous avons voulu ſeulement apprendre de nouveaux faits qui puſſent ſervir dans la ſuite à en établir la véritable explication avec plus de ſolidité, parce qu'il nous a paru que ceux qui ont écrit ſur cette matiere, ont moins cherché à faire des expériences, qu'à expliquer celles qu'ils ſuppoſoient avoir été faites avec toute l'exactitude néceſſaire; c'eſt par cette raiſon que nous avons pris une route différente, & que nous nous ſommes contentés de raſſembler pluſieurs obſervations que nous avons faites avec le plus de ſoin qu'il nous a été poſſible, & que nous donnons aujourdhui pour ſervir de matériaux à ceux qui voudroient ſuivre le même objet, & travailler à une explication générale de tous les phénomenes de cette Plante merveilleuſe.


P

## SUR LA MESURE DE LA TERRE

*Par plusieurs Arcs de Méridien pris à différentes Latitudes.*

Par M. CLAIRAUT.

QUOIQUE l'Académie ait déja vu par la lecture de plusieurs Mémoires, l'utilité du Voyage que nous entreprenons de faire actuellement pour mesurer un Arc de Méridien le plus septentrional qu'il nous sera possible, je crois qu'il n'est pas hors de propos de donner plusieurs réflexions nouvelles par lesquelles on verra encore mieux, du moins à ce qu'il me paroît, combien il étoit nécessaire de joindre ce Voyage à celui du Perou, pour bien décider la fameuse question de la Figure de la Terre; je les donnerai d'autant plus volontiers qu'elles pourront peut-être servir à employer de la maniere la plus exacte, les degrés mesurés en France par Mrs. Picard & Cassini, & ceux que l'on aura au retour des deux Voyages de l'Equateur & du Cercle Polaire, pour trouver la grandeur des axes de la Terre.

Ces considérations roulent principalement sur ces deux points.

1°. Comme il n'est point démontré que le Méridien soit d'une courbure qui décroisse ou augmente continuellement depuis l'Equateur jusqu'au Pole, on ne pourroit point absolu-

ment conclurre que la Terre fût allongée ou applatie, de ce que l'on auroit trouvé le degré du Méridien mesuré vers l'Equateur plus grand ou plus petit que ceux qui ont été mesurés en France; mais si l'on a de plus un degré mesuré aussi à une latitude fort différente des deux premieres, & que la conclusion qu'on tire par le moyen de ce degré, s'accorde avec celle qu'on aura tirée du degré mesuré au Perou, on pourra décider avec beaucoup plus d'assurance, la Figure de la Terre.

Si la différence entre les degrés du Nord & ceux de France, au-lieu d'être dans le même sens que la différence des mêmes degrés de France avec ceux du Midi, étoit dans un sens contraire, on verroit encore bien plus combien le Voyage du Nord étoit nécessaire, puisque sans les Observations qui s'y doivent faire, on pourroit donner à la Terre une figure bien différente de la réelle.

2°. Quand même on supposeroit avec raison que la Terre seroit d'une courbure qui iroit toujours en décroissant ou toujours en augmentant depuis l'Equateur jusqu'au Pole, cette uniformité peut se trouver dans une infinité d'hypotheses sur la nature de la Courbe du Méridien, dont l'Ellipticité, qui est celle que l'on prend ordinairement, n'est qu'un cas très particulier. Or si l'on a plus de deux degrés mesurés à différentes latitudes, on peut s'assurer si cette hypothese a lieu dans la nature, afin de la suivre si les différences sont assez peu considérables pour qu'on puisse les attribuer aux erreurs des Observations: Et s'il se trouve que les différences soient trop consi-

déra-

dérables pour les attribuer aux erreurs qui se peuvent glisser dans les Observations, on doit se flatter que trois degrés pris sur le Méridien, le détermineront plus exactement que deux n'auroient pu faire, & même avec autant de précision qu'il est nécessaire, si la Terre ne differe pas considérablement d'une sphere.

Ces reflexions m'ont engagé à travailler à la théorie de la mesure de la Terre de la maniere suivante. En partant de la mesure actuelle de plusieurs arcs du Méridien à différentes latitudes, j'ai pris l'hypothese la plus générale sur la diminution ou l'augmentation des degrés qui sont dans les intervalles des degrés mesurés, & sans autres élémens, j'ai cherché une maniere générale de construire le Méridien, afin de parcourir plus facilement les cas particuliers.

Il est aisé de voir que le Problême que je me suis proposé par-là, est celui-ci. *Etant donnée une Equation qui exprime la rélation entre la latitude & le degré du Méridien, ou le rayon de la développée, construire le Méridien.* Ou, ce qui revient au même, *trouver une Courbe dont on ne connoît que la rélation entre les arcs & les angles de contingence.*

Ce Problême, indépendamment de l'utilité dont il est ici, méritoit par lui-même d'être résolu. Il semble que l'on a par son moyen, la maniere d'exprimer les Courbes qui les prend le plus en elles-mêmes, puisqu'elle donne directement leur courbure à chaque pas que l'on fait, pour ainsi dire, sur leur circonférence.

La solution de ce Problême qui se présente

le plus naturellement, engageroit dans des calculs très difficiles pour les cas les plus simples, mais par la méthode que j'employe, ils sont extrêmement faciles dans leur plus grande généralité même. Au reste, quant à l'application de cette solution générale dans les différentes hypotheses que l'on peut prendre sur la diminution ou augmentation des degrés enfermés entre les arcs mesurés, je me suis arrêté principalement à une qui m'a paru ne pouvoir pas s'éloigner beaucoup de la réalité, elle est analogue à beaucoup d'approximations qui sont en usage, & qui sont fondées sur ce qu'on appelle ordinairement la *Méthode d'interpolation*, qu'on tient de M. Newton.

Je place plusieurs points de maniere que les perpendiculaires menées de ces points à une ligne donnée, expriment ces degrés mesurés, & que les intervalles entre ces perpendiculaires expriment les latitudes de ces degrés, ensuite je fais passer une ligne parabolique par ces points, & je la prends pour la Courbe qui exprime les variations des degrés de latitude.

Cette méthode seroit juste dans toute la rigueur géométrique, si l'on avoit un grand nombre de degrés mesurés, & peut passer pour avoir beaucoup d'exactitude avec trois degrés bien mesurés, sur-tout lorsque la Terre n'est pas fort éloignée d'une sphere.

## PROBLEME.

*On demande la Courbe* EM, *dont on a une Equation entre l'arc* EM, *& l'angle* Mmr, *ou la*

*somme*

*somme des angles de contingence contenus dans l'arc* EM.

PREMIERE SOLUTION.

Soient $EQ=x$, $QM=y$; $Mr=dx$, $mr=dy$, $Mm=ds$, $ME=s$, l'angle de contingence au point $M=dA$, & par conséquent l'angle $Mmr=A$. Par les conditions du Problême, on aura une Equation entre $A$ & $s$, on en tirera facilement une Equation entre $dA$, $s$ & $ds$; & mettant pour $dA$ sa valeur ordinaire $-\frac{ddy}{dx}$ (en supposant $ds$ constant), on aura une Equation entre $ddy$, $dx$, $ds$, $dds$, dont l'intégration donnera la construction de la Courbe $EM$.

Qu'on suppose, par exemple, que la relation entre les arcs $EM$, & les angles de contingence soit telle que les petits côtés de la Courbe étant supposés constans, les angles de contingence augmentent ou décroissent continuellement de la même quantité, on aura $ddA=mds^2$, ou $dA=msds+nds$, & mettant pour $dA$ sa valeur $-\frac{ddy}{dx}$, on aura $-ddy=msdsdx+ndxds$, qui exprime la Courbe $EM$ dans ce cas-là.

Si on vouloit que les angles de contingen-

ne augmentassent comme une puissance quelconque des arcs, on auroit $ddA = ps^m ds^2$, ou $dA = \frac{p}{m+1} s^{m+1} ds + q ds$, ou $- ddy = \frac{p}{m+1} s^{m+1} ds dx + q dx ds$, & ainsi des autres. Mais cette Solution demande des intégrations qui sont souvent très-difficiles, & ne donne point généralement la construction de la Courbe.

## SECONDE SOLUTION.

Soit nommé $z$ le sinus de l'angle $Mmr$ (le rayon étant 1), $\frac{dz}{\sqrt{(1-zz)}}$ sera la différentielle de cet angle, c'est-à-dire, l'angle de contingence $dA$. Si l'on a une Équation qui exprime la rélation entre l'arc $EM$, & l'angle $Mmr$, on en tirera une valeur de l'arc $EM$ en $z$, par l'analyse ou par des constructions géométriques, ou, ce qui revient au même, une valeur de $Mm$ par rapport aux $z$ & $dz$.

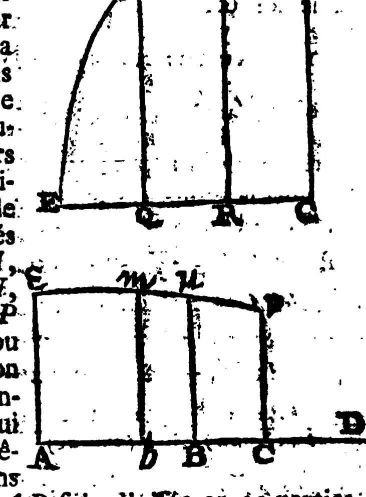
Supposons donc que $dz \pi z$ soit cette valeur de $Mm = ds$, on en tirera $dx = z dz \pi z$, à cause que $\frac{dx}{ds} = z$.

De même $\frac{dy}{ds}$ étant égal à $\sqrt{(1-zz)}$, on aura $dy = dz \pi z \sqrt{(1-zz)}$, & ces deux valeurs de $dx$ & de $dy$ étant intégrées, soit par analyse, soit par des quadratures des Cour-

bes,

bes, on aura les valeurs de $x$ & de $y$, & par conséquent l'Equation de la Courbe cherchée.

Il est aisé de voir le rapport de ce Problême avec la détermination de la Figure de la Terre. Supposons, par exemple, qu'on ait trois degrés mesurés à différentes distances sur le Méridien *EMNP*, sçavoir un à l'Equateur en *E*, un à la latitude de Paris en *M*, & l'autre en *N* à la latitude de 67° vers le Cercle Polaire, & que de plus les degrés entre *E* & *M*, entre *M* & *N*, & entre *N* & *P* augmentent ou diminuent selon quelque loi donnée : ou, ce qui revient au même, supposons




que la droite *AD* soit divisée en 90 parties, dont *AB* en ait 49, & *AC* 67, & que les droites $A\varepsilon$, $B\mu$, $B\nu$, soient proportionnelles aux degrés mesurés en *E*, *M*, *N*; ensuite que par les points $\varepsilon$, $\mu$, $\nu$, on fasse passer une Courbe quelconque qui donne par ses ordonnées *mb*, tous les autres degrés du Méridien.

ridien. Si l'on veut alors conſtruire le Méridien entier $EMN$, cela eſt facile par le Problême précédent, car la Courbe $\iota\mu\nu$ donne la relation entre les $AB$ ou les $A$, & les $B\mu$ ou les degrés du Méridien, que l'on peut regarder comme proportionnels aux $ds$.

Pour faire une application analytique de ce que nous venons de dire, ſuppoſons que la Courbe $\iota\mu\nu$ ſoit exprimée par l'équation $R = a + bA + cAA + dA^3 + \&c.$ où $R$ déſigne les ordonnées $B\mu$, que l'on ſuppoſe être les rayons de la développée du Méridien, parce que ces rayons ſont proportionnels aux degrés de latitude. Cette Equation eſt bien générale, puiſque quelle que ſoit l'Equation de la Courbe $\iota\mu\nu$, en la réduiſant en Suite pour des approximations, elle deviendra ſous ſa forme précédente, & pour la pratique, on pourra négliger les derniers termes.

A cauſe que $\frac{ds}{R} = dA$, on aura $ds = adA + bAdA + cA^2dA + \&c.$ qui donnera par le Problême précédent $dx = azdA + bzAdA + cAAzdA + \&c.$ ou $dx = \frac{azdz}{\sqrt{(1-zz)}} + \frac{bAzdz}{\sqrt{(1-zz)}} + \frac{cA^2zdz}{\sqrt{(1-zz)}} + \&c.$ dont l'intégrale eſt $x = -a\sqrt{(1-zz)} - bA\sqrt{(1-zz)} + b\int dA\sqrt{(1-zz)} - cAA\sqrt{(1-zz)} + \int c\sqrt{(1-zz)}.2AdA$.

Les deux termes $b\int\sqrt{(1-zz)}dA$ & $\int\sqrt{(1-zz)}.2AcdA$ ſe réduiſent à $\int bdz$ & $\int 2Acdz$, dont le prémier eſt $bz$, & l'autre ſe change en $2Acz - \int 2zcdA$ ou $2Acz$

+

$+ 2c\sqrt{(1-zz)}$, l'on aura donc $x = -a\sqrt{(1-zz)} - bA\sqrt{(1-zz)} + bz - cAA\sqrt{(1-zz)} + 2Azc + 2c\sqrt{(1-zz)} +$ &c.

De même on aura par le Problême précédent $dy = a\sqrt{(1-zz)}dA + bAdA\sqrt{(1-zz)} + cAAdA\sqrt{(1-zz)} +$ &c. ou $dy = adz + bAdz + cAAdz +$ &c. dont l'intégrale se trouvera aussi aisément que la précédente, & sera $y = az + bAz + b\sqrt{(1-zz)} + cAAz + 2cA\sqrt{(1-zz)} - 2cz +$ &c.

Il est aisé de voir que quelque nombre de termes qu'on prît dans l'Equation $R = a + bA + cA^2 + dA^3 + eA^4 +$ &c. on trouveroit toujours avec la même facilité la valeur de $x$ & de $y$; mais il faudra observer de completer les intégrales, ce qui est fort aisé, car on sait que $A$ ou la latitude étant zero, $x$ & $y$ le doivent être aussi.

Il faudra donc, à cause que l'on n'a pris que trois termes de l'Equation $R = a + bA +$ &c. ajouter à la valeur précédente de $x$; $a - 2c$, & à celle de $y$, $-b$, & l'on aura les valeurs

$$x = -a\sqrt{(1-zz)} - bA\sqrt{(1-zz)} + bz - cA^2\sqrt{(1-zz)} + 2cAz + 2c\sqrt{(1-zz)} + a - 2c$$

$$\& \; y = az + bAz + b\sqrt{(1-zz)} + cA^2z + 2cA\sqrt{(1-zz)} - 2cz - b$$

qui feront construire le Méridien $EMN$.

En supposant $z = 1$ dans les valeurs précédentes de $x$ & de $y$, elles deviendront $b + 2cD + a - 2c$ & $a + bD + CD^2 - 2c - b$; où $D$ exprime un angle droit ou le quart de cercle divisé par le rayon. La prémiere de ces deux valeurs exprime le rayon de l'Equateur, & la seconde, le demi-axe de la Terre. $bD + cD^2 - 2b - 2cD$ exprimera la différence des deux demi-diametres du Sphéroïde.

Si

Si l'on vouloit que la Courbe *emr* devînt une ligne droite, c'est-à-dire, que les degrés fussent toujours en diminuant ou en augmentant de l'Equateur au Pole, il faudroit faire $c=o$ dans les Equations précédentes, & les demi-diametres du Sphéroïde deviendroient $b+a$ & $a+bD-b$.

Si l'on vouloit que les degrés enfermés entre deux degrés donnés en *M* & *N*, fussent en décroissant ou en croissant uniformément, & que sans s'embarrasser s'ils décroissent ou croissent de la même maniere de *M* vers *E* & de *N* vers *P*, on voulût savoir ce que l'espace *MNO* terminé par les droites *NO*, *MO*, paralleles aux axes *PC*, *EC*, occupe du Sphéroïde, cela seroit fort aisé par le moyen des valeurs précédentes de $x$ & de $y$, qui deviennent, lorsque $c=o$,

$$x=-a\sqrt{(1-zz)}-bA\sqrt{(1-zz)}+bz+a$$

& $y=az+bAz+b\sqrt{(1-zz)}-b$.

Il faudroit donner à $z$ successivement les deux valeurs qu'il a en *M* & *N*, & prenant l'excès des deux valeurs de $x$, qu'on auroit alors, on trouveroit la valeur de *MO*; on auroit de même celle de *NO*.

Il est inutile de dire que pour déterminer $a$ & $b$ à être convenables pour la diminution ou augmentation uniforme des degrés renfermés entre le degré en *M* & en *N* supposés donnés; il faudroit faire par le moyen de l'Equation $R=a+bA$, deux autres Equations, l'une en mettant pour *R* & *A* leurs valeurs en *M*, & l'autre en mettant pour les mêmes lettres leurs valeurs en *N*; ensuite de ces deux Equations tirer les valeurs de $a$ & de $b$.

Si

Si ayant plusieurs degrés mesurés sur un Méridien, on vouloit conclurre la figure & la grandeur du Méridien, en supposant que les degrés compris entre ceux que l'on auroit mesurés, fussent en décroissant ou en augmentant uniformément d'un degré mesuré au degré mesuré le plus voisin, cela seroit fort facile, puisqu'il n'y auroit qu'à ajouter les parties $EQ$, $MO$; $QM$, $NO$, &c. calculées comme on vient de le dire.

Mais je crois qu'il vaut beaucoup mieux, pour la simplicité du calcul, & pour la vraisemblance de l'hypothese, supposer que les degrés du Méridien suivent la loi exprimée par l'Equation $R = a + bA + cA^2 + dA^3 +$ &c. dans laquelle on déterminera $a, b, c$, &c. par les degrés de latitude mesurés.

Pour revenir donc à cette hypothese, supposons que le degré du Perou & celui de Laponie soient mesurés, & que les degrés intermédiaires, depuis l'Equateur jusqu'à Paris, où l'on a le degré que Mrs. Picard & Cassini ont mesuré, & depuis Paris jusqu'au Cercle Polaire, suivent la loi exprimée par l'Equation $R = a + bA + cA^2$, il ne faut plus que déterminer $a$, $b$ & $c$.

Prémierement $a$ sera le rayon de la développée en $E$, puisqu'alors $A = 0$. Pour $b$ & $c$, on les déterminera par deux Equations qu'on aura, en mettant pour $A$ successivement $\frac{49\,D}{90}$ & $\frac{67\,D}{90}$, & pour $R$ les rayons des 49me & 67me degrés de latitude. Ces deux Equations étant

tant résolues, donneront $b = \frac{12005\,m - 10440\,p}{3285\,D}$ & $c = \frac{8100\,p - 22050\,m}{3285\,DD}$, en supposant que $p$ représente l'excès du rayon du 1^er degré de latitude sur le rayon du 49^me, & $m$ l'excès du rayon du 49^me sur le rayon du 67^me.

Il est inutile de dire que nous ne nous attachons pas plus à l'hypothese de l'allongement qu'à celle de l'applatissement du Sphéroïde, car quoique nous disions l'excès du 1^er degré de latitude sur le 49^me, & l'excès du 49^me sur le 67^me, ces excès $p$ & $m$ se peuvent prendre aussi facilement en $-$ qu'en $+$, & donnent dans ce cas l'applatissement.

Si l'on substitue les valeurs précédentes de $b$ & de $c$ dans $bD + cDD - 2b - 2cD$ qui exprime la différence des deux demi-diametres du Sphéroïde, on aura

$$-\frac{2340\,p - 10045\,m}{3285} + \frac{4680\,p + 20090\,m}{3285\,D}$$ dans laquelle il faudra mettre pour $D$ le rapport du quart de la circonférence au rayon; en supposant ce rapport, celui de 157 à 100, on aura pour le cas présent autant d'exactitde qu'il est nécessaire, & la différence des axes se trouvera de $\frac{641\,p + 2731\,m}{3285}$ expression qui peut faire parcourir fort facilement les différentes figures des Sphéroïdes.

On voit d'abord que quand même $m$ seroit négatif, c'est-à-dire, que le 49^me dégré seroit plus petit que celui que nous devons mesurer dans le Nord ($p$ étant toujours positif) le Sphé-

Sphéroïde pourroit être encore allongé, pourvu que $641 p > 2751 m$.

De même on voit que si $p$ est négatif, c'est-à-dire, si le degré mesuré par les Académiciens qui sont allés à l'Equateur, étoit plus petit que celui de Paris, le Sphéroïde seroit applati, quoique le degré du Nord fût plus petit aussi, pourvu que $641 p < 2751 m$.

Si l'on veut savoir ce que l'expression précédente donneroit de lieues pour la différence des deux axes, il faudroit diviser cette expression par $a - p$ qui est le rayon du degré de Paris qu'on suppose de 25 lieues, & l'on auroit $\frac{641 p + 2751 m}{3283 \cdot (a - p)}$, dans laquelle mettant pour $p$ la même partie de $a$ que la différence du 1er degré au 49me est du 1er degré, & pour $m$ la même partie de $a - p$ que la différence du 49me degré au 67me est du 49me degré, on aura une fraction qui marquera ce que l'excès d'un axe sur l'autre est à l'égard du rayon du degré de Paris, c'est-à-dire, à l'égard du rayon d'un Cercle dont la circonférence est de 9000 lieues.

En substituant les valeurs que nous avons trouvées pour $b$ & pour $c$ dans $b + 2 c D + a - 2 c$ & $a + b D + c D^2 - 2 c - b$ qui exprime les deux demi-axes,

On aura $a - \frac{2551 m - 2004 p}{3283}$ pour le rayon de l'Equateur, & $a + \frac{200 m - 2263 p}{3283}$ pour demi-axe.

DES-

# DESCRIPTION ANATOMIQUE DE L'OEIL DE L'ESPECE DE HIBOU Appellé ULULA.

Par M. PETIT le Médecin. *

IL y a dix ans que j'ai disséqué à l'Académie des Yeux de Hibou, sans autre dessein que d'y faire voir quelques particularités qui ne se trouvent point dans les autres Oiseaux; mais le Mémoire que j'ai donné l'année passée sur l'anatomie de l'Oeil du Coq-d'Inde, m'ayant obligé de disséquer les Yeux de plusieurs especes d'Oiseaux pour en connoître la différence, j'ai trouvé des choses remarquables dans les Yeux du Hibou auxquelles je n'avois pas fait assez d'attention. Je vais en donner le détail dans ce Mémoire.

J'y joindrai les observations que j'ai faites sur la Tête & les Yeux du Perroquet, qui a plusieurs choses différentes de celles que j'ai trouvées dans le *Ulula*, principalement dans les deux Mâchoires, je les mettrai pas Annotations. On trouvera peut-être que je me suis trop étendu sur cet article, car ces cho-ses

* 11 Août 1736.

ses paroissent être hors de mon sujet, & elles peuvent-être ennuieuses; mais il faut prendre garde que les singularités que je rapporte peuvent contribuer à connoître les moyens qui font que le Perroquet articule les paroles, principalement lorsque l'on aura la myologie de ces parties, que je donnerai lorsque j'en trouverai l'occasion, car on n'a pas des Perroquets à disséquer comme on a d'autres Oiseaux. J'ai cru que je pouvois donner par avance l'Ostéologie des ces parties. On pourra la passer si l'on veut, & ne pas s'y arrêter, ce qui sera facile, puisque je l'ai mis par Annotations.

Cette Ostéologie pourra exciter quelque Anatomiste à donner la Myologie, s'il en trouve l'occasion, & la comparer avec celle du Coq, de l'Oye & d'autres Oiseaux, & principalement avec celle de l'Homme, pour en connoître le plus où le moins d'analogie.

J'aurois fait un plus grand nombre d'observations, & j'aurois vérifié bien des choses, si j'avois eu autant de Têtes de Hibous & de Perroquets qu'il m'en auroit fallu pour cela.

Il faut se ressouvenir què lorsque je dirai qu'une telle partie a tant de longueur & de largeur, ce n'est que sur les Oiseaux que j'ai disséqués pour faire ce Mémoire, & qu'il y en a de plus grands & de plus petits.

Je n'ai trouvé de différence dans les parties des Yeux de plusieurs especes de Hibous que j'ai disséqués, que dans le plus ou le moins de grandeur; ils ont, à peu de choses près, la même conformation, ce qui m'a engagé de me fixer

fixer à l'espece appellée *Ulula*. J'en ai disséqué deux qui m'ont servi à faire la base de ce Mémoire.

On trouve la description de cet Oiseau dans le Théatre des Animaux de Henri Ruysch,* *de Avibus, tom.* 1. *p.* 32. il en donne plusieurs figures différentes, j'ajouterai ici quelques particularités dont l'Auteur n'a point parlé.

Les barbes de l'extrémité des plumes de la tête étoient de couleur rousse, mêlée de brun, mais depuis cet endroit jusqu'au tuyau de la plume, elles étoient noires; il faut écarter les plumes les unes des autres pour voir cette partie noire.

On voit avec plaisir l'arrangement des plumes qui sont sur les paupieres. Ce sont des rangs de plumes paralleles qui laissent entre eux des espaces larges d'une ligne, ce qui donne la liberté aux paupieres de se plisser lorsqu'elles se retirent de dessus le globe de l'œil. Ces rangs sont par étage, disposés obliquement, plus réguliers à la paupiere inférieure qu'à la supérieure †.

Ses

* *Theatr. univ. omn. Anim. &c. Henr. Ruysch. M. D. Amstel. an.* 1718.

† Il n'y avoit ni poils ni plumes sur la peau des paupieres du Perroquet depuis leur rebord jusqu'aux plumes de la tête & de la mâchoire inferieure de la largeur de 4 lignes; il n'y en avoit point non plus de la largeur de 7 lignes, depuis l'angle externe des paupieres jusques vers l'occiput, & depuis l'angle interne jusqu'au bec. Tout ce côté étoit dénué de plumes depuis la partie supérieure de la mâchoire supérieure jusqu'à la mâchoire inférieure. Les plumes de la tête paroissoient gris-blanc, parce que leur extrémité qui étoit blanche, étoit appliquée sur la partie moyenne d'autres

Ses jambes étoient revêtues de plumes, dont les plus grandes avoient 6 lignes de longueur & 5 lignes de largeur.

Le plus grand de ces Oiseaux avoit 12 pouces de longueur; savoir, 6 pouces depuis la partie supérieure de la tête jusqu'aux aines, & 6 pouces depuis les aines jusqu'à la plante du pied. Il avoit quatre doigts à chaque pied, trois au devant, & un derriere le pied. Il y en a de bien plus gros & plus grands, mais je n'en ai pu avoir.

Il pesoit avec ses plumes 17 onces 2 gros *. J'ai séparé la tête du corps à la prémiere vertebre du col. † La tête garnie de ses plumes, avoit 4 pouces 4 lignes de longueur depuis la partie antérieure du bec jusqu'à l'occiput. Elle avoit les mêmes dimensions depuis la partie supérieure de la tête jusqu'à la gorge, & autant d'une oreille à l'autre; elle pesoit 13 gros.

La tête sans plumes avoit 33 lignes depuis la partie antérieure du bec *A* ‡ jusqu'à l'occiput *B*, 18 lignes depuis le sinciput *C* jusqu'à la gorge *D*, & 23 lignes depuis la partie posté-rieure

tres plumes qui étoit noire, & ce noir paroissoit à travers le blanc des plumes supérieures qui couvroit le noir, ce qui donnoit l'apparence de la couleur grise. Les plumes du corps du Perroquet & des jambes étoient de même couleur, mais la queue étoit entierement composée de plumes d'un beau rouge d'écarlatte.

* Cela est bien différent des Coqs-d'Inde, qui pesoient 14 & 15 livres; il y en a qui pesent 20 livres.

† J'ai cru qu'il étoit inutile de donner la figure de la Tête de l'Ulula avec ses plumes, parce qu'on peut la voir assez naturelle dans *Blas. anatom. Anim. p.* 441. *fig.* 8. & dans le *Theatrum Anim.* cité ci-dess. *tab.* 19.

‡ Fig. 1.

rieure *M* d'une orbite jusqu'à la partie postérieure de l'autre orbite. Elle pesoit 12 gros 24 grains sans plumes, ainsi les plumes ne pesoient que 48 grains. On voit par ces mesures que les plumes occupoient plus de la moitié du volume de la tête.

Il étoit resté sur cette tête plumée un duvet *O O O O*, qui n'est autre chose que de petits tuyaux surmontés de houpes formées par de petits filets très fins *.

Le

* Dans l'Oye & dans le Canard toute la tête est couverte de plumes qui ont 4 à 5 lignes de longueur. La paupiere supérieure en est aussi couverte: il n'y en a presque pas sur la paupiere inférieure, elles en auroient empêché le mouvement. Celles qui sont sur le rebord de cette paupiere occupent trop peu d'espace, & sont en trop petite quantité pour y apporter quelque obstacle; elles sont outre cela très courtes, puisqu'elles n'ont qu'une ligne de longueur.

La tête du Coq-d'Inde pesoit avec ses plumes 40 gros. *V. les Mém. de l'Acad.* 1735. *p.* 164.

La tête d'un Perroquet, séparée du col à la prémiere vertebre, pesoit avec ses plumes 7 gros & 7 grains. Je n'ai pu la faire dessiner, mais voici ses dimensions. J'ai trouvé 34 lignes depuis l'extrémité du bec jusqu'à la partie postérieure de la tête, 22 lignes depuis la partie supérieure de la tête jusqu'au dessous de la gorge, 18 lign. mesurées depuis la partie postérieure de l'œil droit jusqu'à la partie postérieure de l'œil gauche. Les trous des narines avoient une ligne de diametre.

Le bec du Perroquet est composé de deux parties qui sont couvertes de corne comme le bec de tous les Oiseaux. La supérieure *A H* (*Fig.* 3) jointe à l'os du nez *F*, font ensemble la mâchoire supérieure, elle se termine en pointe crochue; elle est longue de 17 lignes mesurée en ligne droite, large de 8 lign. à sa partie inférieure, haute de 8 lign. à sa partie postérieure, elle se termine en pointe. L'inférieure est une continuité de la mâchoire inférieure; elle est noire & crochue, mais elle ne se termine pas en pointe comme la supérieure; son extrémité est large de 3 lignes. La partie

noire

Le bec de cet Oiseau est crochu, long de 13 lignes depuis le défaut des plumes à la partie

noire de la mâchoire inférieure est longue d'un pouce & plus en quelques endroits. Les deux mâchoires jointes ensemble, étoient de 16 à 17 lignes de hauteur. L'os du nez est joint à l'os coronal par synchondrose.

J'ai fait bouillir cette tête dans l'eau, j'en ai séparé toutes les parties molles. Lorsqu'elle a été bien séche, elle ne pesoit que 2 gros 27 grains avec la mâchoire inférieure, qui seule pesoit 37 grains. Cette tête avoit 33 lignes de longueur depuis l'extrémité du bec *A* (*Fig.* 3.) jusqu'à l'occiput *B*, 16 lignes depuis le sinciput *C* jusqu'au bas de la mâchoire inférieure *E*, & 16 lign. d'épaisseur mesurée à la partie postérieure des orbites *M*.

La cavité du crâne a 15 lignes de longueur depuis l'os cribleux jusqu'au trou par où sort la moelle allongée, 13 lignes de largeur dans l'endroit le plus large de cette cavité, 9 lignes de profondeur de la partie supérieure interne jusqu'à la selle sphénoïde.

Le trou par où sort la moelle allongée, n'est pas tout-à-fait à l'occiput, comme on le voit dans le Coq-d'Inde, l'Oye & le Canard, &c. mais il n'est pas si avancé sous la base du crâne qu'on le voit dans le Ulula. Ce trou a 4 lignes de grand diametre de droit à gauche, 3 lignes de petit diametre de la partie antérieure à la postérieure. Il y a une petite apophyse en forme de bouton à sa partie antérieure; ce bouton est rond, & a 1 ligne ½ de diametre: il s'articule avec la prémiere vertebre du col.

J'ai examiné avec soin la mâchoire supérieure pour découvrir quel étoit son mouvement. Les deux mâchoires produisent le bec dans le Perroquet comme dans les autres Oiseaux, & ce bec est couvert de corne, comme je l'ai dit ci-dessus. La mâchoire supérieure a trois parties. La prémiere est la partie supérieure du bec. La seconde est l'os du nez *GHG* (*Fig.* 3.) qui est jointe au bec *HA* par une substance qui est recouverte d'une matiere qui n'est ni os ni corne, mais qui approche plus de la corne que de l'os. C'est dans cette substance que le trou nazal *F* est percé; cette substance fait la troisieme partie.

L'os du nez est joint avec l'os coronal par une syn-

partie supérieure *L* jusqu'à l'extrémité du bec *A*; & autant de cette extrémité jusqu'aux coins

physe cartilagineuse *GG* & très lâche, semblable à celle qui joint le corps des vertebres, & comme elle est compressible, la mâchoire supérieure se meut sur le ressort de ce cartilage, mais obscurément (la même structure se trouve dans le Toc-kaie, *V. les anc. Mém. de l'Acad. tome 3. part. 2. p. 284.*) cela a fait croire à quelques Anatomistes que la mâchoire supérieure faisoit seule presque tout le mouvement, & que celui de la mâchoire inférieure étoit obscur. Nous voyons tout le contraire dans notre Perroquet, dans lequel la mâchoire inférieure se meut comme dans les autres Oiseaux, ayant la même articulation avec une épiphyse attachée à l'os de l'oreille, comme nous l'allons voir par les observations suivantes.

L'articulation par synchondrose de la mâchoire supérieure avec le crâne n'est pas la seule particularité que l'on trouve dans le crâne du Perroquet; on remarque deux os plats, l'un à droite, l'autre à gauche, qui forment le palais, & qui sont si minces, qu'ils en sont un peu transparens; ils sont très irréguliers, ils ont chacun six côtés, dont il y en a trois plus longs que les autres, le côté inférieur est le plus long & est un peu courbe, aussi bien que les deux côtés suivans. Il a 11 lign. de longueur, mesuré en ligne droite; le côté supérieur a 6 lignes de longueur, & le troisieme est à la partie postérieure, il est long de 7 lign. le prémier & le plus court des trois petits côtés est long de 2 lignes. Ces os sont un peu épais en cet endroit, ils sont joints par symphyse à la partie postérieure inférieure du bec, le côté supérieur est long de 4 lignes. Ces deux os sont joints ensemble par ces deux côtés au dessous de l'os qui sépare les deux orbites. Ils sont recourbés l'un vers l'autre, au moyen de quoi ils se rencontrent pour s'unir. On remarque à la partie antérieure de cette union une petite échancrure large de $\frac{3}{4}$ de ligne, & de 1 ligne $\frac{1}{3}$ de profondeur; il y a deux petites apophyses pointues, longues d'une ligne. On voit encore à chacun de ces os deux autres apophyses à la partie postérieure de cette union, elles sont longues de 1 ligne $\frac{2}{3}$, le côté postérieur est long de 4 lignes $\frac{1}{2}$, où il y a une échancrure angu-

coins du bec *G*. Ce bec est noir; si on le fait tremper dans l'eau pendant 24 heures, le noir

angulaire. Ces deux côtés sont les apophyses ptérygoïdes dans cet oiseau, elles sont particulieres par leur structure : ces deux apophyses forment un angle, & c'est au fond de cet angle & sur la partie postérieure de l'union des deux os, que sont joints deux os grêles, longs de 9 lignes, épais de $\frac{1}{2}$ de ligne. Chacun de ces os est joint par son autre extrémité à la partie inférieure & au côté interne d'une épiphyse attachée à l'os de l'oreille. C'est à la partie inférieure de cette épiphyse que s'articule la mâchoire inférieure. Cette épiphyse ressemble à une massue irréguliere. Il y a un autre filet d'os qui part de la partie postérieure inférieure de la mâchoire supérieure, il a 14 lignes de longueur & 1 ligne d'épaisseur, & qui se joint par symphyse à la partie inférieure latérale externe de cette massue. La mâchoire inférieure s'articule avec cette massue à sa partie inférieure entre les deux filets d'os dont nous venons de parler. C'est sur ces deux filets d'os que se fait tout le mouvement de la mâchoire supérieure, & qui est aidée par le mouvement de l'épiphyse ou massue à laquelle ces deux filets d'os sont attachés, car cette épiphyse est attachée à l'os de l'oreille par un cartilage sur lequel elle a un peu de mouvement. Pour bien comprendre ceci, il faut avoir un crâne de Perroquet avec la mâchoire inférieure, & l'examiner pendant qu'on lira ce que je viens de dire.

La mâchoire inférieure *D E* (*Fig.* 3.) a aussi ses particularités, car elle est bien plus large que celle du Coq-d'Inde, du Hibou, & d'autres Oiseaux; son articulation est différente aussi bien que l'extrémité antérieure qui est crochue. Cette mâchoire est longue de 2 pouc. 3 lignes, large de 7 lignes à chaque côté dans sa partie noire proche du trou oval *K*; mais à la partie postérieure *E* elle n'a que 5 lignes dans sa partie la plus large; elle est entierement osseuse, mais sa partie antérieure est recouverte d'une matiere noire qui s'enleve facilement, & qui ressemble à de la corne, comme je l'ai dit ci-dessus. Elle occupe la longueur de 12 lignes, si on enleve cette partie en raclant de l'épaisseur de $\frac{1}{4}$ de ligne, on trouve la partie osseuse, ce qui est de même à la mâchoire supérieure. Cette partie du

noir s'enleve facilement, comme dans toutes les eſpeces d'Oiſeaux dont le bec eſt noir. Le trou des narines *F* eſt à la partie ſupérieure du bec, il eſt rond, il a une ligne de diametre.

J'ai fait bouillir cette tête dans l'eau pendant 7 ou 8 minutes; j'en ai ôté toutes les parties charnues. Lorſqu'elle a été bien ſéche, elle a peſé 80 grains avec la mâchoire inférieure, c'eſt près de douze fois moins qu'elle n'a peſé avec les chairs.

Les os ſe ſont trouvés très ſpongieux, principalement ceux qui logent le cerveau. Ils étoient preſque par-tout épais de 2 lign. & en quelques endroits de 1 ligne ½. Cette tête ſeche & décharnée étoit longue de 31 lignes depuis la partie antérieure du bec *A* * juſqu'à l'occiput *B*, large de 22 lignes, meſurée

bec eſt échancrée non ſeulement à ſon extrémité qui ne finit point en pointe, car elle eſt large de 2 lignes ¾, mais elle eſt encore échancrée à ſes côtés, où elle n'a que 4 lignes de hauteur. L'os de cette mâchoire a au plus une ligne d'épaiſſeur. Son articulation ſe fait avec l'os qui reſſemble à une maſſue, & qui eſt attachée à l'os de l'oreille, comme je l'ai dit ci-deſſus; elle ſe fait par ginglime, le côté de la maſſue eſt reçu dans une rigole ou gouttiere qui eſt à l'extrémité de la mâchoire, & le côté externe de la maſſue reçoit dans une gouttiere le côté externe de l'extrémité de la mâchoire, c'eſt au moyen de ces deux gouttieres que cette mâchoire peut s'avancer en devant & reculer en arriere, il y a 16 lignes ½ de l'extrémité poſtérieure de cette mâchoire à l'autre extrémité poſtérieure. A chacune des ſurfaces latérales on voit un trou *K* percé dans la partie moyenne, long de 1 ligne ¼ & large de près d'une ligne. *V. Oliger Jacob. Anat. Pſittaci, Act. Hafn. vol. 2. num. 124. an.* 1673.

* Fig. 2.

surée à la partie postérieure de l'orbite *M*, épaisse de 15 lign. depuis le sinciput *C* jusqu'au palais *D* ou *N*.

L'os du nez est large de 5 lignes ½ de droit à gauche, & de 3 lignes ½ depuis la partie antérieure du coronal *H* jusqu'à la partie supérieure du bec *G*.

Le crâne a de chaque côté une fosse considérable pour loger les yeux; c'est l'orbite *ILMN* *.

Il est moins irrégulier que celui du Coq-d'Inde, mais sa partie inférieure n'a qu'un filet osseux *D*, *O*, qui est une continuité de la machoire supérieure. Il traverse & borne en ligne droite la partie inférieure de l'orbite comme dans le Coq d'Inde, l'Oye, le Canard, la Poule. Ce filet d'os est long de 11 lignes, large de demi-ligne, & s'articule par symphyse avec une apophyse qui sort de l'os de l'oreille, tout auprès de l'articulation de la mâchoire inférieure.

La cavité du crâne est plus grande, & contient un plus grand cerveau que le plus gros Coq-d'Inde. Cette cavité a 13 lignes depuis la partie antérieure interne de l'os coronal jusqu'au trou par où passe la moelle de l'épine. Elle a 16 lign. de largeur, & environ 11 lignes ½ de profondeur du milieu de l'union de l'os coronal avec l'occipital jusqu'à la selle sphénoïde †.

Le

* Fig. 2.

† La cavité du crâne du Coq d'Inde a 14 lignes depuis l'os cribleux jusqu'au trou par où sort la moelle allongée, 11 lign. dans sa plus grande largeur, & 8 lignes de profondeur depuis la partie supérieure interne du crâne jusqu'à la selle sphénoïde.

Le trou par où sort la moelle allongée n'est pas au bas de l'occiput, comme il est dans le Coq-d'Inde, dans l'Oye, le Canard; il est à la partie inférieure postérieure de la base du crâne comme dans l'Homme, ce trou est ovale, il a 3 lignes de grand diametre de droit à gauche, & 2 lign. ½ de petit diametre de la partie antérieure à la postérieure, il y a à la partie antérieure de ce trou une apophyse comme un petit bouton rond, il a 2 lignes de diametre, & s'articule avec la prémiere vertebre du col.

L'orbite de l'œil *ILMN* a 18 lignes ½ de diametre du grand coin *I* au petit coin *M*, 11 lignes de la partie supérieure *L* jusqu'à la partie inférieure *N*, c'est-à-dire, jusqu'au filet ou portion d'os *D O* de la mâchoire inférieure, ce filet termine l'orbite à sa partie inférieure, cette orbite a environ 7 lign. de profondeur; on voit à la partie supérieure latérale externe, une échancrure *M* en demi-cercle, dont le diametre a 6 lign. ou environ, mais un peu irrégulier, de même que le contour & le fond de l'orbite *P* *. Il

Le trou par où sort la moelle allongée est ovale, il a 3 lignes de grand diametre de droit à gauche & 2 lignes de petit diametre de haut en bas. Il y a au bas de ce trou une petite apophyse large de 2 lignes, haute de 1 ligne ½ avec une petite échancrure à sa partie supérieure, elle s'articule avec la prémiere vertebre du col. *Voy. les Mém. de l'Acad.* 1735. *p.* 164.

* L'orbite dans le Perroquet *I L MN* (*Fig.* 3.) est à peu près ronde, mais elle n'est pas complette. Il y a un espace *QN* long de 4 lign. où il n'y a point de partie osseuse, mais il y a un ligament tendineux qui s'étend depuis l'apophyse *Q* jusqu'aux deux apophyses *NM*. Cette orbite a 7 lign. de diametre *IM* horizontal & autant de diametre vertical *LN*, & 7 lignes de profondeur.

Il y a au fond de cette orbite une cloison qui sépare les deux yeux, qui n'a guere que $\frac{1}{4}$ de ligne d'épaisseur, elle est entierement osseuse, en quoi elle differe de celle du Coq-d'Inde; cette cloison est percée à sa partie postérieure inférieure d'un trou *P* à peu-près rond, par où passe le nerf optique.

La partie inférieure de l'orbite est terminée, comme je l'ai dit, par le filet d'os *DO*, elle est outre cela garnie de muscles qui servent aux mouvemens de la mâchoire inférieure, comme cela se trouve dans le Coq-d'Inde & d'autres Oiseaux; ces muscles laissent une vacuité entre eux & le globe de l'œil, mais qui n'est pas si spacieuse que celle qui se trouve dans le Coq-d'Inde. Dans l'un & dans l'autre, ces muscles font un plan dans cet endroit, & ne suivent pas la rondeur de l'œil, ainsi ils ne gar-

fondeur depuis son rebord extérieur jusqu'au trou *P* par où passe le nerf optique.

Ce trou qui est ovale, est percé dans la partie postérieure de la cloison qui sépare les deux orbites. Cette cloison est entierement osseuse comme celle de l'Ulula, un peu transparente, épaisse de 1 lig. à sa partie supérieure, & de $\frac{1}{4}$ de ligne à sa partie inférieure.

Il y a trois apophyses *Q*, *M*, *N*, à la partie inférieure de l'orbite. La prémiere *Q* a la partie antérieure inférieure au dessous du grand coin longue de 4 lignes, elle a 1 ligne $\frac{1}{2}$ à son origine, & va toujours en diminuant jusqu'à la pointe. Les deux autres sont à la partie postérieure inférieure; la supérieure *M* est à peu-près triangulaire, chacun de ses côtés a 2 lignes de longueur; l'apophyse inférieure *N* est longue de 4 lignes $\frac{1}{2}$, épaisse de 1 ligne $\frac{1}{2}$; cette derniere avec celle de la partie antérieure inférieure font partie de l'orbite, en laissant pourtant entre elles un espace de 4 lignes qui est remplacé par une membrane blanche & opaque.

garnissent pas la partie antérieure inférieure, cette vacuité n'est remplie d'aucune matiere sensible, & nous en ignorons l'usage.

Il y a au grand coin de l'œil un os spongieux *I*, qui y est attaché, & qui s'avance vers le globe, de maniere qu'il ne laisse que peu ou point d'espace entre lui & le globe, il sépare en apparence la vacuité en supérieure & en inférieure, & laisse néanmoins une communication très petite à sa partie postérieure entre les deux, ce qui fait une différence de la vacuité qui est dans le Coq-d'Inde. * Cette vacuité du Hibou s'étend depuis le grand coin de l'orbite jusques vis-à-vis la partie postérieure de la cornée, la partie supérieure ne commence pas tout-à-fait au grand coin de l'orbite, à cause que l'os spongieux remplit la partie supérieure antérieure de ce coin, ce qui fait que cette partie supérieure de la vacuité n'est longue que de 6 lignes, & n'a qu'une ligne de largeur, & l'inférieure est longue de 9 lignes & large au grand coin de 1 ligne ½, elles n'ont l'une & l'autre qu'une ligne de profondeur. Nous verrons ci-après que le conduit lacrymal passe par dessus la partie externe de l'os spongieux dont nous venons de parler, & que dans le Coq-d'Inde il s'enfonce dans la vacuité qui est au coin de l'orbite.

Quelque attention que j'aye eu pour examiner les yeux de plusieurs especes de Chat-huants vivans, je n'ai pu appercevoir aucun mouvement dans le globe de l'œil. Marcus Aure-

* Mémoires de l'Acad. 1735. p. 377. 378.

Aurelius Severinus a fait la même remarque ; *cet Oiseau*, dit-il, *ne remue que les paupieres*, & voilà ce qu'il dit de meilleur ; car la description & la figure qu'il donne des yeux du Hibou ne valent rien. Le plus grand mouvement est dans la paupiere supérieure ; on la voit ordinairement se mouvoir toute seule, & lentement ; elle s'abaisse jusqu'à la paupiere inférieure, & va toucher cette paupiere en clignotant, de maniere que tout le bord de la paupiere supérieure est convexe, & celui de la paupiere inférieure est concave ; ainsi c'est la paupiere supérieure qui couvre entierement l'œil, elle ne touche pas pour cela la paupiere inférieure toutes les fois qu'elle s'abaisse, il s'en faut une ligne ou 1 ligne ½ de distance, & pour lors on apperçoit une membrane blanchâtre qui sort obliquement de dessous la paupiere supérieure, & qui acheve de recouvrir l'œil, c'est la troisieme paupiere qui s'abaisse ordinairement avec la paupiere supérieure.

L'on a toujours cru que la paupiere supérieure des Oiseaux ne se baissoit point, excepté celle de l'Autruche *, & qu'il n'y avoit que la paupiere inférieure qui s'élevoit sur l'œil ; cela est vrai dans le Coq-d'Inde, le Coq, la Poule, l'Oye, le Canard, le Moineau & le Merle, mais le Pigeon, la Tourterelle, le Serin & toutes les especes de Hibou ont la paupiere supérieure mobile, elle

* *V. les anc. Mém. de l'Acad. tom. 3. part. 2. p.* 124. où l'on voit que la paupiere supérieure se baisse, & que la paupiere inférieure se hausse.

elle se baisse, & va trouver la paupiere inférieure. *

L'on voit quelquefois dans le Hibou la paupiere inférieure s'élever dans le même tems que la paupiere supérieure s'abaisse pour s'unir l'une à l'autre, mais je n'ai jamais vu dans le vivant la paupiere inférieure s'élever toute seule pour s'unir à la supérieure; néanmoins lorsque le Hibou est mort, il est aisé de s'appercevoir que c'est la paupiere inférieure qui couvre entierement l'œil, & que la paupiere supérieure ne s'est aucunement baissée; car si pour lors on baisse la paupiere inférieure avec le doigt autant qu'il est possible, elle se releve d'elle-même jusqu'à la paupiere supérieure à laquelle elle s'unit. Si l'on retient en-bas cette paupiere inférieure avec le doigt, & que l'on baisse tout-à-fait la paupiere supérieure, celle-ci se releve aussi-tôt qu'on cesse de la retenir; & si après qu'elle est relevée, on lâche la paupiere inférieure, elle se releve de même, & va s'unir à la paupiere supérieure.

Pour donner plus de jour à ce que je viens de

* Le Perroquet a aussi la paupiere supérieure mobile, elle s'abaisse en même tems que la paupiere inférieure s'éleve, mais beaucoup moins que la paupiere supérieure ne s'abaisse.

L'on trouve dans le Perroquet mort les deux paupieres jointes ensemble sur la cornée; elles avoient fait chacune la moitié du chemin pour s'y rencontrer, ce que je n'ai encore trouvé que dans le Perroquet, car dans tous les autres Oiseaux, comme je l'ai dit, c'est la paupiere inférieure qui s'éleve dans le moment qu'il meurt, & va joindre la paupiere supérieure qui ne se baisse en aucune maniere.

de dire, il faut observer que dans les Oiseaux morts; on trouve toujours la paupiere inférieure relevée non seulement dans ceux dont la paupiere supérieure ne se baisse point pendant leur vie, comme nous l'avons vu dans le Coq-d'Inde, l'Oye, le Canard, &c: mais encore dans ceux qui baissent & relevent la paupiere supérieure, comme les Hibous, les Pigeons, &c. Si l'on coupe la tête à un de ces oiseaux vivans, ou bien qu'on l'étrangle, & que l'on examine de quelle maniere les paupieres se ferment, l'on voit la paupiere inférieure se relever vers la supérieure, & couvrir entierement l'œil.

En regardant la face du Hibou, on la trouve applatie, les yeux paroissent placés dans la même direction que ceux de l'Homme, ils regardent les objets des deux yeux à peu-près de même, mais après avoir plumé la tête, ils m'ont paru dans une position plus oblique que dans l'Homme, & moins que dans le Coq-d'Inde & les autres oiseaux qui ne peuvent voir les objets avec précision que d'un œil, soit du droit, soit du gauche, excepté l'Autruche. C'est ce que l'on remarque très bien lorsqu'on les examine, ils panchent la tête du côté de l'objet lorsqu'il est petit; mais si l'objet est gros & un peu éloigné, je crois qu'ils peuvent le voir des deux yeux, & peut-être pas avec tant de perception que lorsqu'ils les regardent d'un seul œil.

Le grand angle des paupieres est éloigné du petit angle de 10 lignes, il y a encore 10 lignes du grand angle des paupieres d'un œil au grand angle des paupieres de l'autre œil,

j'en ai trouvé 15 au Coq-d'Inde, quoiqu'il n'ait que 7 lign. du grand angle au petit angle, ce qui est à remarquer; car ils ont le diametre de l'œil plus grand que celui de l'Homme dont le grand angle des paupieres est éloigné du petit angle de 14 lignes.

Toute la longueur du rebord des paupieres est noire dans le Ulula, de la largeur de 1 ligne ½ à la paupiere supérieure, & seulement de 1 ligne à la paupiere inférieure, mais près des angles il n'y a que ½ de ligne; les paupieres sont polies & plus épaisses à cette partie noire que dans tout le reste, mais plus à la partie supérieure qu'à la paupiere inférieure, cette noirceur ne se trouve que dans une membrane très fine qui se sépare des paupieres par la macération dans l'eau.

Le plan du rebord des paupieres par où elles se touchent, est d'un tiers de ligne de largeur, leur union se fait en ⌣ renversée dans le Ulula mort.

Je n'ai point trouvé d'aponévrose autour de l'orbite dans le Hibou, comme il y en a dans le Coq-d'Inde, il y a seulement une membrane blanche, opaque & épaisse, qui n'a pas la tissure d'aponévrose, elle garnit l'échancrure de la partie latérale supérieure de l'orbite & l'espace de 4 lignes de longueur qui se trouve entre les deux apophyses * *Q N* au bas de l'orbite †.

Les

* Fig. 2.

† Dans le Perroquet il y avoit une membrane dure & blanche, large de 2 lignes, attachée tout du long de la partie supérieure de l'orbite, & à la partie inférieure depuis les apophyses *MN* jusqu'à l'apophyse *Q*. On n'y voyoit rien de charnu comme on le trouve dans le

Les points lacrymaux * sont deux trous dont chacun est à l'extrémité antérieure d'un canal fort court, ces deux canaux sont séparés l'un de l'autre par une membrane très fine, le supérieur est le plus grand, il est au dessus du grand angle, il a environ 2 lignes d'ouverture entre la paupiere supérieure & la troisieme paupiere ; l'inférieur est le plus petit au dessous du même angle, il a une ligne d'ouverture entre la paupiere inférieure & la troisieme paupiere, qui est attachée en cet endroit. Ces deux canaux aboutissent dans un canal long de 3 lignes, appellé *conduit lacrymal*, il passe par-dessus la partie osseuse & spongieuse du grand coin de l'orbite, & va droit se terminer dans le lacunar ; on sait que c'est dans ce conduit lacrymal que coule la liqueur qui est fournie par les glandes de l'œil.

Je n'ai point vu de caroncule, ni de cartilage au rebord des paupieres, les Oiseaux n'en ont point, mais j'ai vu à la paupiere inférieure un cartilage ovale semblable à celui du Coq-d'Inde †, il avoit 6 lignes $\frac{1}{2}$ de longueur

le Coq, la Poule & le Coq-d'Inde. Pour la voir, il faut disséquer la paupiere bien finement.

* Le Perroquet avoit deux points lacrymaux dans le grand coin de l'œil, ils étoient ovales. Le supérieur avoit $\frac{2}{3}$ de ligne de diametre ; l'inférieur avoit $\frac{1}{3}$ de ligne. Ils étoient séparés l'un de l'autre par une membrane très fine de 2 lignes $\frac{1}{4}$ de longueur, ils se réunissoient pour former un canal long de 3 lign. large de $\frac{1}{4}$ de ligne. Ce canal passe par dessus le coin de l'orbite, & va se rendre dans le lacunar. Enfin ils sont presque en tout semblables à ceux de l'Ulula, & très différens de ceux du Coq d'Inde, &c.

† *Mémoires de l'Acad.* 1735. p. 173.

gueur dans le Ulula, & 3 lignes ½ de largeur; il étoit environné à sa partie inférieure & à ses côtés, de fibres musculeuses, comme dans le Coq-d'Inde, pour relever cette paupiere; je n'ai point vu d'autres muscles aux paupieres du Hibou *.

Après avoir arraché les plumes de la tête, on remarque d'abord que l'œil a beaucoup de saillie, mais cette saillie paroît bien plus grande après avoir enlevé les paupieres, cette saillie étoit de 3 lignes depuis le rebord supérieur de l'orbite jusqu'à la partie la plus élevée de la cornée, & autant à la partie inférieure & au petit coin de l'œil, mais au grand coin il n'y a que 2 lign. ¼, à cause de l'irrégularité de l'œil, la cornée y est dans une situation oblique par rapport à l'axe de l'œil, elle est tournée plus vers le grand angle que vers le petit angle, & selon qu'il est plus ou moins tourné, il y a plus ou moins de saillie au petit angle.

Les muscles de l'œil sont à peu-près semblables à ceux du Coq d'Inde, mais ils en different par leur grandeur & leur situation; les muscles du Hibou sont plus épais & plus courts que ceux du Coq-d'Inde & de l'Oye, ils n'occupent que la base de l'œil, & leurs tendons ne s'étendent point jusqu'à la partie antérieure de la sclérotique, mais ce que les uns

* Je n'ai point trouvé ce cartilage dans le Perroquet, il étoit peut-être trop mince pour être apperçu.

Le globe de l'œil du Canard avoit une ligne de saillie à la partie supérieure & postérieure de l'orbite, tout le rebord de la sclérotique étoit sous la partie inférieure de l'orbite.

uns & les autres ont de commun, c'est que l'insertion de ces muscles est bornée par la partie osseuse de la sclérotique. Après cela il paroît d'abord inutile de donner une description des muscles des Yeux de l'Ulula, néanmoins deux choses m'ont déterminé à la donner, 1°. on n'aura pas la peine de recourir aux muscles des yeux du Coq-d'Inde, qui sont dans un autre Volume que celui-ci. 2°. j'ai trouvé une très grande différence dans les dimensions de quelques-uns de ces muscles; tout cela joint à ce que j'ai apporté plus de soin & de précision à la description des muscles de l'Ulula, j'ai cru que je ne pouvois me dispenser de la donner.

La 4me. Figure les représente à peu-près dans leur situation naturelle.

La 5me. Figure représente les muscles droits disséqués.

* Le releveur de l'œil 1 prend son origine du fond de l'orbite où il est attaché au nerf optique & à l'os qui environne ce nerf, sa partie charnue à 2 lignes de longueur, & 1 ligne ½ de largeur, ¼ de ligne d'épaisseur à son origine, & ⅓ de ligne dans son milieu; sa partie tendineuse ou aponévrotique a 1 ligne ½ de longueur, & 2 lignes de largeur, elle s'insere en partie sous le grand oblique, à demi-ligne du rebord postérieur de la base de l'œil.

† Le muscle baisseur a 4 lign. de longueur, 2 lign. de partie charnue, & autant de partie tendineuse; la partie charnue a 2 lignes ½ de

* Fig. 4. 1. Fig. 5. 1. † Fig. 4. 2. Fig. 5. 2.

de largeur, $\frac{1}{4}$ de ligne d'épaisseur à son origine & demi-ligne d'épaisseur dans son milieu; sa partie tendineuse a 4 lignes de largeur à son insertion, qui est à demi-ligne du rebord de la base de l'œil, ce muscle couvre le pyriforme.

* Le muscle abducteur prend son origine du fond de l'orbite, il est long de 6 lignes, c'est le plus charnu & le plus épais de tous les muscles de l'œil. Sa partie charnue a 4 lignes de longueur, 2 lignes $\frac{2}{3}$ de largueur & $\frac{1}{3}$ de ligne d'épaisseur. Sa partie tendineuse a 2 lignes de largeur & autant de longueur, mais d'une maniere très irréguliere, car les parties latérales ne sont pas de même longueur. Cette partie tendineuse s'insere à une ligne du rebord postérieur de la base de l'œil.

† L'adducteur prend son origine du fond de l'orbite, il est long de 4 lign. $\frac{1}{2}$; sa partie charnue a 2 lign. $\frac{1}{2}$ de longueur, 1 ligne $\frac{1}{2}$ de largueur, & $\frac{1}{4}$ de ligne d'épaisseur. La partie tendineuse qui a 2 lignes de longueur & de largeur, s'insere à 2 lignes du rebord de la base de l'œil.

‡ Le grand oblique ou l'oblique supérieur prend son origine de la partie antérieure de la cloison qui sépare les deux yeux, il a 4 lignes de longueur; sa partie charnue a 2 lignes de longueur & de largeur, & $\frac{1}{4}$ de ligne d'épaisseur. Sa partie tendineuse a 1 ligne $\frac{1}{2}$ de longueur du côté antérieur de son insertion, & 2 lignes $\frac{1}{2}$ du côté postérieur & 4 à 5 lignes

* Fig. 4. 3. Fig. 5. 3. † Fig. 4. 4. Fig. 5. 4.
‡ Fig. 4. E. Fig. 5. E.

lignes de largeur à son insertion qui est très oblique, & dont le côté interne est attaché sur le bord de la base de l'œil, & l'autre côté est attaché à une ligne de ce rebord. Ce muscle & le releveur de l'œil couvrent la partie moyenne du muscle gibecier ou marsupial.

* Le petit oblique ou l'oblique inférieur prend son origine auprès du grand oblique, d'une rainure qui est à la partie interne du grand coin de l'œil, il a 6 lignes de longueur. Sa partie charnue a 3 lignes de longueur & autant de largeur. Sa partie tendineuse a les mêmes dimensions, & s'insère très obliquement à une ligne du rebord postérieur de la base de l'œil; cette partie tendineuse a quelquefois jusqu'à 5 lignes de largeur à son insertion.

Voilà les muscles droits & les muscles obliques qui sont communs à l'Homme, aux animaux à quatre pieds, aux Poissons & aux Oiseaux, il y a seulement quelque différence pour le grand oblique, qui dans l'Homme & les animaux à quatre pieds passe, comme l'on sait, par un cartilage que l'on appelle *trochlée*, qui lui sert de poulie. Je n'ai jamais trouvé ce cartilage dans aucun des Oiseaux & des Poissons que j'ai disséqués.

Il faut encore remarquer que dans les Oiseaux le petit oblique ou l'oblique inférieur est plus long, plus large & plus épais que le grand oblique, ce qui n'est pas de même dans l'Homme & les animaux à quatre pieds, & je ne

* Fig. 4. F. Fig. 5. F.

ne le nomme *petit oblique* dans les Oiseaux, que parce qu'il occupe le même endroit que le petit oblique dans l'Homme & les animaux à quatre pieds. Cette observation & plusieurs autres m'ont engagé de donner avec précision les dimensions de ces muscles qui paroissent avoir les mêmes usages dans l'Homme & les Oiseaux. J'ai déja dit que j'ai pu appercevoir aucun mouvement dans le globe de l'œil du Chat-huant & dans les autres Oiseaux.

J'ai fait passer & repasser des objets devant leurs yeux, je les ai touchés avec un stilet, cela n'a produit aucun effet, je n'ai vu de mouvement que dans les paupieres, comme je l'ai dit, & je n'ai remarqué aucune fibre charnue que dans la paupiere inférieure. J'ai d'abord cru que le nerf optique étant très court dans les Oiseaux, ne pouvoit se prêter aux mouvemens de l'œil; mais ayant appuyé le doigt sur le bord externe de la sclérotique, le globe de l'œil a roulé avec facilité en tous les endroits du contour où j'ai appuyé le doigt.

Il n'en est pas de même de la paupiere interne que l'on trouve dans les Oiseaux, dont le mouvement est si prompt dans la Poule & dans plusieurs autres oiseaux, & si lent dans le Ulula & toutes les especes de Hibou. Elle a pour cela deux muscles comme les autres oiseaux; je nomme l'un *marsupial* * *MM*, parce qu'il ressemble à une gibeciere, l'autre est appellé *pyriforme G*, ils la font mouvoir avec une méchanique admirable. On en fait men-

* Fig. 4. *MMG*. Fig. 5. *MMG*.

mention dans les anciens Mémoires de l'Académie & dans les œuvres de M. Perrault.

J'éclaicirai encore cette matiere par mes observations, dans un Mémoire que je donnerai sur cette Membrane & sur celle des Animaux à quatre pieds, de la Grenouille, &c. où je décrirai les Muscles qui la font mouvoir.

J'ai trouvé une glande * *H* de couleur de chair entre le muscle releveur & le muscle adducteur, elle paroît quelquefois parsemée de vaisseaux †, elle a 4 lignes de longueur & 2 lignes ½ de largueur, une ligne d'épaisseur; elle fournit un canal *I* qui a demi-ligne de diametre qui se coule dans la duplicature de la conjonctive & de la 3me paupiere environ la longueur de 3 à 4 lignes. Ce canal perce la lame interne de la 3me paupiere en *K*, & décharge sur la cornée par cette ouverture la liqueur que lui fournit la glande. Ce canal a moins de 3 lignes de longueur lorsque la 3me paupiere est retirée dans le grand angle; il a plus de 4 lignes quand cette paupiere recouvre l'œil.

Le globe de l'œil n'est pas sphérique dans le Ulula comme dans la plupart des animaux.

Marcus

* Fig. 6.

† On la voit de même couleur dans le Canard, où elle est à peu-près de la même grosseur & dans la même situation.

Dans le Perroquet il y avoit une glande blanche irréguliere, longue de 3 lignes, large de 3 lignes ½, épaisse de 1 ligne à l'œil gauche; celle de l'œil droit étoit plus irréguliere, & ressembloit plutôt à de la graisse de mouton qu'à une glande.

Marcus Aurel *a*. Severinus le fait ressembler à un bonnet antique ; il en a effectivement la forme, comme on le voit dans la 6me & 7me Figure *b*. Il pesoit 2 gros, c'est ¼ de plus que celui du Coq-d'Inde. Il avoit 12 lignes d'axe & autant de diametre à sa base ou partie postérieure mesurée de haut en bas, mais étant mesuré de droit à gauche, il avoit 13 lignes, ce qui rend cette base un peu ovale *c*. Il avoit 8 lignes de grand diametre à l'endroit où la cornée s'unit avec la sclérotique, & 8 lignes ¼ un peu plus bas au dessous de *EE d*.

*e* La cornée avoit donc 8 lignes de diametre, & faisoit une demi-sphere, dont le rayon étoit de 4 lignes, elle s'unit obliquement & irrégulierement avec la sclérotique. *C* est le côté du petit angle, *A* est le côté du grand angle.

*f* La cornée étoit épaisse de ⅓ de ligne. Si l'on met tremper dans l'eau pendant quelques jours cette cornée unie avec la sclérotique, & qu'après cela on enleve en déchirant, la partie de la sclérotique qui est sur la partie osseuse, l'on enleve aussi une lame externe de la cornée. La même chose arrive si l'on enleve la partie interne de la sclérotique qui couvre la surface interne de la partie osseuse, l'on

*a* *Zootomia Democrit. Marc. Aurel Severin.*
*b* *Vey. Blas. p.* 162. *c* Fig. 6. *CD.*
*d* Le globe de l'oeil du Perroquet avoit 7 lignes ¼ de grand diametre horizontal, & 7 lignes de diametre vertical. L'oeil étoit flétri, il avoit 6 lign. d'axe : cet oeil pesoit 30 grains.
*e* Fig. 7. *f* Fig. 7. *A B C.*

l'on enleve en même tems une lame de la surface interne de la cornée. Il reste une 3me lame attachée avec les pieces osseuses, elle étoit enfermée entre les lames interne & externe.

* La sclérotique est, comme l'on sait, la plus forte de toutes les membranes de l'œil, & c'est en elle que consiste presque tout le ressort des parties du globe de l'œil. Sa partie postérieure est épaisse de demi-ligne, elle est formée par un entrelacement de fibres blanches qui n'ont aucune direction, comme dans tous les autres animaux †.

La partie antérieure est divisée en deux membranes très fines. L'interne est un peu transparente & plus fine que l'externe.

Ces deux membranes renferment plusieurs pieces osseuses, courtes & plates ⟊ *A B C G*. J'en ai trouvé quinze & quelquefois seize & dix-sept qui par leur arrangement font tout le contour de la partie antérieure de l'œil. Elles s'étendent depuis la base de l'œil jusqu'à une ligne près de la cornée, mais le rebord de la base est plus près de la cornée, du côté du grand angle que du côté du petit angle, cela rend ces lames plus courtes vers le grand angle que vers le petit angle. Toutes ces lames sont plus ou moins courbes ‡; elles

* Fig. 7.

† Dans le Perroquet la sclérotique étoit noire autour de la cornée de la largeur de demi-ligne; cette cornée avoit 3 lignes ½ de diametre.

⟊ Fig. 8. 9.

‡ Elles ne sont point courbes dans le Coq-d'Inde, le Coq, la Poule, le Pigeon, l'Oye & le Canard.

les font plus courbes au grand angle, & n'ont que 4 lign. de longueur, & depuis cet endroit jusqu'au petit angle elles augmentent de part & d'autre de longueur & diminuent de courbure, ensorte qu'elles sont longues de 5 lignes ½ vis-à-vis le petit angle. Elles different encore par leur largeur; il y en a qui sont larges de 3 lign. ¼, d'autres n'ont que 1 ligne ¼, jusqu'à ¼ de ligne, mais sans distinction d'aucun côté; elles sont mêlées les unes avec les autres, on voit souvent les plus étroites jointes avec les plus larges. Ces pieces d'os ont un tiers & jusqu'à demi-ligne d'épaisseur dans leur milieu, car elles sont aiguisées en biseau sur leur bord à vive arrête, & c'est par cet endroit qu'elles sont appliquées 1, 2, 3, les unes sur les autres en maniere de tuiles, parce que la même piece couvre le côté d'une autre piece, & est recouverte à son côté opposé par le côté d'une autre piece, comme on le voit dans la Figure 8, où la piece 3 recouvre le côté de la piece 2, & la piece 2 recouvre le côté de la piece 1. Il s'en trouve pourtant où la même piece des deux côtés est couverte, & d'autres pieces qui couvrent par leurs côtés les pieces qui s'y trouvent unies.

Toutes ces pieces arrangées comme je viens de le dire, tiennent les unes aux autres par de petites membranes assez lâches pour laisser glisser les parties osseuses entre elles au moindre mouvement qui occasionnera le ressort de la duplicature de la sclérotique qui enveloppe les parties osseuses, ou même si par la contraction des muscles droits, l'œil est

est poussé vers le fond de l'orbite, la partie postérieure de la sclérotique qui est molle & très fléxible, est enfoncée au dedans de l'œil, l'humeur vitrée est poussée à la partie antérieure de l'œil où elle étend & dilate la sclérotique, & oblige les parties osseuses de s'écarter les unes des autres, & pour lors les diametres de cet œil doivent nécessairement s'allonger dans le tems que son axe se raccourcit *.

J'ai coupé la cornée † *ABC* dans son contour, l'humeur aqueuse s'est répandue, il y en avoit 9 grains, car l'œil qui pesoit 2 gros avant d'avoir évacué cette liqueur, ne pesoit plus qu'un gros 63 grains après qu'elle a été évacuée.

Après avoir enlevé la cornée, j'ai mesuré avec mon Ophtalmometre ce qui restoit d'axe dans cet œil, il y en avoit 8 lignes ½ depuis la partie postérieure de l'œil jusqu'à la partie antérieure du cristallin, c'est donc 3 lignes ½ pour la fleche ou sinus verse de l'arc que fait la cornée.

Avant de couper la cornée, on ne pouvoit voir la prunelle *G* dans le Ulula vivant, principalement lorsqu'il étoit tranquille, mais s'il avoit de l'attention à ce qui se passoit autour de lui, l'on appercevoit quelquefois cette prunelle lorsqu'il la dilatoit, & qu'il la rétrécissoit pour mieux distinguer les objets, mais pour

* Tout cela prouve que M. Perrault (*p.* 576.) a cru mal-à-propos que la compression de l'œil est absolument impossible dans quelques animaux, comme dans le Hibou, dont la sclérotique est osseuse.

† Fig. 7.

pour cela il falloit l'examiner très attentivement, car l'uvée *FF* est noire à sa partie antérieure, & très souvent la prunelle est aussi large ou presque aussi large que la cornée, & pour lors l'uvée est retirée sous le contour de la cornée, & c'est ce que l'on voit très bien lorsqu'on a enlevé la cornée, on voit l'uvée toute noire à sa partie antérieure & à sa partie postérieure, mais si l'on ôte le mucus noir qui est à sa partie postérieure, elle paroît transparente. Quoique la Chouette ait un mucus noir semblable à celui de l'Ulula, la partie antérieure est néanmoins d'un jaune doré, c'est ce qui m'a fait appercevoir bien sensiblement que lorsqu'il n'y avoit qu'un de ses yeux tourné vers la lumiere, la prunelle étoit plus petite que celle de l'autre œil qui étoit du côté de l'ombre *.

J'ai trouvé dans quelques Ulula morts la prunelle de 4 lign. de diametre seulement. L'uvée paroissoit convexe, mais je crois que cela ne se trouve ainsi que parce que l'œil étant posé sur la partie postérieure de la sclérotique, qui, comme je l'ai dit, est très fléxible, le poids de l'œil fait que les humeurs sont poussées vers le haut à la partie antérieure avec le cristallin qui pousse l'uvée & la rend convexe.

Le cristallin † *I* pese 15 grains, il a 6 lignes $\frac{1}{2}$ de diametre & 5 $\frac{1}{2}$ d'épaisseur, il est plus gros que celui que j'ai décrit dans mon Mémoire de 1730 page 11, qui ne pese que 14

* Le Perroquet a aussi l'iris d'un jaune doré.
† Fig. 7.

14 grains. Il est plus convexe à sa partie postérieure qu'à sa partie antérieure. La convexité de la partie antérieure fait la portion d'une sphere qui a 7 lignes ½ de diametre, & la convexité de la partie postérieure fait la portion d'une sphere qui a 6 lign. ½ de diametre. J'ai quelquefois trouvé tout le contraire, car la convexité antérieure s'est trouvée plus grande que la postérieure ; & comme j'ai dit dans mon Mémoire de 1730 p. 11, j'ai aussi rencontré quelquefois cette convexité égale des deux côtés, elle faisoit la portion d'un cercle qui avoit 7 lignes de diametre ; ces cristallins étoient mous.

Dans toutes les especes de Hibous que j'ai disséqués, je n'ai point trouvé de cristallin qui n'ait été trés mol, tel que celui d'un Veau de six semaines & d'un Coq-d'Inde de trois mois ; peut-être n'ai-je disséqué que de jeunes Hibous, mais je n'ai pu reconnoitre de quel âge étoient ceux que l'on m'a apportés, ainsi je n'ai pu m'assurer si le cristallin des vieux Hibous est plus ferme que ceux des jeunes, comme on le voit dans le Coq-d'Inde, le Coq ordinaire & la Poule *.

Le ligament ciliaire étoit long d'une ligne demi-quart, les processus ciliaires sont longs de ¼ de ligne du côté du petit angle, & long de ¾ de ligne du côté opposé.

Toutes les fois que j'ai coupé la sclérotique à la partie postérieure dans toutes les especes de

* Le cristallin du Perroquet avoit 2 lignes ½ de diametre & 1 ligne ¾ d'épaisseur plus convexe à sa partie postérieure qu'à sa partie antérieure ; il étoit très mou.

de Hibous, il s'eſt répandu de l'eau toute claire qui ne filoit point, comme je l'ai vu dans le Coq-d'Inde & d'autres Oiſeaux, & dans les yeux de Poiſſons, quoique l'humeur vitrée ſoit d'ailleurs très ferme.

Il y avoit 80 grains d'humeur vitrée; elle eſt ordinairement tranſparente & ſans couleur, cet œil y avoit peut-être reçu quelque coup: je l'ai trouvé rougeâtre dans l'œil droit d'un Hibou, mais elle étoit tranſparente dans l'œil gauche.

Cette humeur vitrée * *L L* eſt traverſée obliquement d'une membrane noire *M M* que l'on a mal-à propos appellée *Bourſe*; elle eſt produite par le nerf optique. Ce nerf entre dans l'orbite par un trou ovale, & quelquefois rond, qui eſt à la partie inférieure & poſtérieure de l'orbite. Il eſt long de 2 lignes $\frac{1}{2}$ depuis l'angle qu'il forme par ſon union avec ſon congener juſqu'à ſon inſertion à l'œil. Il pénetre ſous la duplicature de la ſclérotique où il s'applatit en s'élargiſſant, il y eſt long de 3 lignes ſans avoir diminué de groſſeur, & ne ſe termine point en pointe comme il fait dans le Coq-d'Inde; il a $\frac{1}{4}$ de ligne d'épaiſſeur, & de la partie interne de cette épaiſſeur ſort la membrane noire dont nous venons de parler †, qui a, comme je l'ai dit, ſes quatre côtés

* Fig. 7.

† *V. les anc. Mem. de l'Acad. tome* 3. *part.* 2. *p.* 98. où il eſt dit que dans l'Aigle le nerf optique d'où ſortoit la membrane noire, étoit applati, faiſant comme une fente de la longueur de 3 lignes.

Dans le Perroquet le nerf optique eſt long de 4 lignes depuis ſon entrée dans l'orbite juſqu'à l'œil, large de 1 ligne $\frac{1}{4}$; épais de 1 ligne.

côtés égaux, dont chacun avoit 2 lign. $\frac{2}{3}$ de longueur, elle n'avoit que 2 lignes à l'œil gauche.

Je l'ai vu de figure de trapeze & de trapezoïde, je l'ai quelquefois trouvé de 3 lignes de hauteur depuis la base jusqu'au sommet du côté du grand angle, quelquefois elle n'avoit qu'une ligne de hauteur du côté du petit angle de la base jusqu'au sommet où elle n'avoit qu'une ligne de largeur, quoiqu'elle eût près de 3 lignes de largeur à sa base *.

Pour bien déterminer la position de cette membrane, il faut d'abord prendre garde qu'elle est située de la même maniere que dans le Coq-d'Inde par rapport au muscle pyriforme selon la direction duquel elle est posée à sa partie latérale postérieure, mais les muscles de l'œil & ceux de la membrane sont dans une position bien différente, car dans le Coq-d'Inde les muscles s'inserent tout près de la cornée, & le muscle pyriforme y prend son origine. Dans le Chat-huant ces muscles s'inserent tout près du rebord de la base de l'œil, & le pyriforme y prend son origine qui est éloigné de la cornée de 6 à 7 lignes †.

Cette bourse est éloignée de 3 lignes (prise selon

* Je crois qu'elle prend ces sortes de figures lorsqu'on la débarrasse de l'humeur vitrée, car elle s'allonge ou s'élargit plus ou moins selon le côté où elle a été le plus tiraillé, comme je l'ai dit dans le Mémoire de l'Oeil du Coq-d'Inde.

† Dans le Canard elle a 2 lign. $\frac{1}{2}$ de base, 1 ligne $\frac{2}{3}$ de hauteur, figurée comme celle du Coq d'Inde, qui a 5 lignes de base & 3 lignes $\frac{1}{2}$ de hauteur.

selon la direction du nerf optique) du rebord de la circonférence de la base de l'œil, & de 6 lign. de l'autre côté selon la même direction. Elle est composée (comme celle du Coq-d'Inde, de l'Oye, &c.) de fibres à peu-près paralleles, qui s'entrelacent à la partie supérieure, ce qui la rend plus épaisse en cet endroit.

Il sort de l'angle supérieur latéral interne un filet *N* blanc qui paroît un peu transparent, long de 2 lignes, il va s'attacher à la partie latérale de la capsule du cristallin du côté du grand angle.

## *EXPLICATION DES FIGURES.*

LA *Figure premiere* représente la Tête de l'Ulula, dont on a arraché les plumes.

*A*, la partie antérieure du bec.

*B*, la partie postérieure de la tête ou occiput.

*C*, la partie supérieure de la tête.

*D*, le dessous de la gorge.

*E*, la partie antérieure de la mâchoire inférieure.

*F*, le trou de la narine.

*G*, l'union des levres ou des mâchoires.

*H*, le trou de l'oreille.

*I*, l'œil droit.

*K*, l'œil gauche.

*L*, la partie supérieure du bec.

*M*, la partie postérieure de l'œil.

*OOOO*, les houpes qui restent sur la peau après avoir ôté les plumes.

La

La *Figure seconde* représente le crâne de l'Ulula.

*A*, la partie antérieure du bec.
*B*, l'occiput.
*C*, la partie supérieure du crâne.
*D*, le palais.
*F*, le trou de la narine.
*G*, l'os du nez.
*ILMN*, l'orbite de l'œil.
*I*, le grand coin de l'orbite, où il y a une piece d'os spongieuse.
*L*, la partie supérieure de l'orbite.
*M*, le petit coin de l'orbite où l'on voit une échancrure.
*N*, la partie inférieure de l'orbite.
*DO*, filet d'os qui fait une continuité de la mâchoire supérieure jusqu'à l'apophyse qui sort de l'os de l'oreille *O*, & qui termine la partie inférieure de l'orbite.
*P*, le trou par où passe le nerf optique à la partie postérieure inférieure du fond de l'orbite.

La *Figure troisieme* représente le crâne d'un Perroquet.

*A*, la partie antérieure du bec.
*B*, la partie postérieure de la tête ou occiput.
*C*, la partie supérieure de la tête.
*AG*, la mâchoire supérieure composée de la partie supérieure du bec & de l'os du nez *GHG*.
*F*, le trou de la narine.

*HFG*, l'os du nez.
*DE*, la mâchoire inférieure.
*K*, le trou ovalaire au milieu de la mâchoire inférieure.
*ILMN*, l'orbite de l'œil.
*MN*, les deux apophyses qui sont à la partie postérieure inférieure de l'orbite.
*P*, le trou qui est au fond de l'orbite, il donne passage au nerf optique.
*Q*, apophyse à la partie antérieure inférieure de l'orbite.
*Q M N*, la partie inférieure de l'orbite où il n'y a point de partie osseuse, qui est remplacée par une membrane blanche & opaque.

La *Figure quatrieme* fait voir les muscles de l'œil en situation à la partie postérieure, & que j'appelle la *base de l'œil*.

*A*, la partie supérieure de l'œil gauche.
*B*, la partie inférieure.
*C*, le côté du petit angle.
*D*, le côté du grand angle.
*E*, le muscle oblique supérieur, ou le grand oblique.
*F*, le muscle oblique inférieur, ou le petit oblique.
1, 2, 3, 4, les quatre muscles droits.
1, le releveur. 2, l'abbaisseur.
3, l'abducteur. 4, l'adducteur.
*G*, le pyriforme.
*H*, son tendon.
*MM*, le muscle appellé le *quarré* par quelques

ques Auteurs, & que je nomme *marsupial.*

*L*, le nerf optique.

La *Figure cinquieme* représente le même œil gauche dans la même position, les muscles droits & obliques disséqués, les muscles de la 3me paupiere; le marsupial & le pyriforme à découvert, & le nerf optique, le tout avec les mêmes lettres que le précédent, auquel on aura recours.

La *Figure sixieme* représente la 3me paupiere qui couvre une partie de la cornée, le tendon du pyriforme, le petit osselet qui lui sert de poulie, & la glande-lacrymale.

*ABF*, la partie postérieure de la scléroti-que, que j'appelle la *base de l'œil.*

*EE*, la partie antérieure de la sclérotique.

*C*, la partie de la cornée qui n'est point recouverte par la 3me paupiere.

*DDK*, la 3me paupiere qui recouvre la cor-née.

*FF*, le tendon du pyriforme.

*G*, le petit osselet qui tient le tendon en situation.

*H*, la glande lacrymale; elle n'est pas à sa place par rapport aux deux coins de l'œil.

*I*, le canal excrétoire de la glande la-crymale.

*K*, l'insertion de ce canal à la 3me pau-piere.

La *Figure septieme* repréſente une coupe du globe de l'œil diviſé horizontalement en deux parties ſelon ſon axe, pour faire voir la ſituation des parties internes.

*ABC*, la cornée unie obliquement avec la ſclérotique en *AC*.

*AED—CED*, la partie antérieure de la ſclérotique qui contient les pieces oſſeuſes *ABCC*, *Fig.* 8, & 9.

*DOD*, la partie poſtérieure de la ſclérotique qui eſt la baſe de l'œil où ſont tous les muſcles de l'œil.

*FF*, l'uvée.

*G*, la prunelle.

*BFGF*, la chambre antérieure de l'humeur aqueuſe.

*HH*, la chambre poſtérieure de l'humeur aqueuſe.

*I*, le criſtallin.

*LL*, l'humeur vitrée.

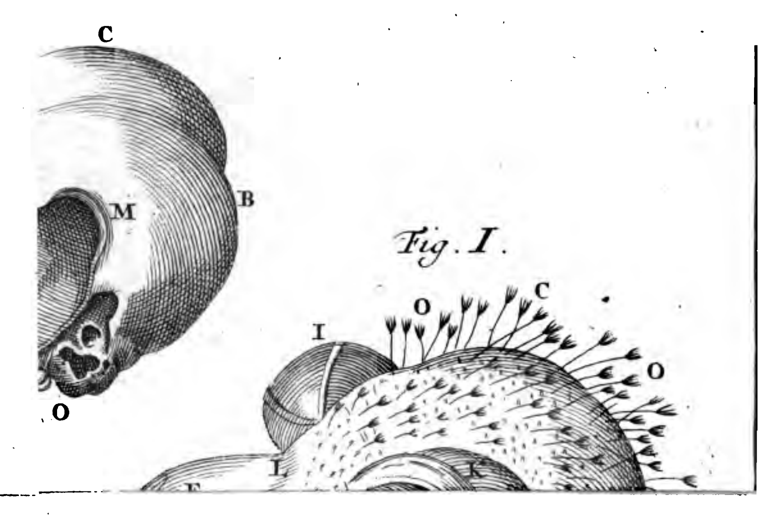
*MM*, la membrane noire que l'on appelle *bourſe*, qui fournit le filet *N*; ce filet va s'attacher à la partie latérale de la capſule du criſtallin du côté du grand angle.

La *Figure huitieme* repréſente les pieces oſſeuſes jointes enſemble, & qui étoient renfermées dans la duplicature de la ſclérotique à ſa partie antérieure.

*AB*, la partie antérieure de ces pieces oſſeuſes.

*CC*, leurs parties poſtérieures.

1, 2, 3,


C
B
M
O
Fig. I.
C
O
I
O
L
K
E

1, 2, 3, la maniere dont elles sont unies ensemble.

La *Figure neuvieme* fait voir deux pieces osseuses à part *A B*.

*C C*, est une surface d'abord aiguisée à vive arrête, qui étant renversée & appliquée sur *e e*, fait une union entre elles en forme de tuile.

## PROBLEME ASTRONOMIQUE.

*Trouver la hauteur du Pole indépendemment des Réfractions, lorsque cette hauteur n'est pas au dessous de 25 ou 30 degrés, par le moyen d'une Etoile qui passe, ou qu'on feint passer par le Zénit.*

Par M. DE MAIRAN.*

M. *Maraldi* nous a donné une maniere de déterminer la hauteur du Pole, lorsqu'une Etoile passe par le Zénit, ou près du Zénit, sans avoir égard aux Réfractions; ce qui est tout-à-fait rare, & très précieux en Astronomie. Mais sa Méthode exige une observation azimuthale, & les observations de cette espece, sont peu susceptibles de précision, du moins avec les instrumens qu'on y a employés jusqu'ici, comme M. *Maraldi* le reconnoît, & comme il nous en a

* 12 Mai 1736.

a averti lui même ; sans compter que ces instrumens sont encore d'un plus grand appareil, d'un transport plus difficile, & d'une beaucoup plus grande dépense que les Quarts-de-cercle ordinaires. C'est ce qui m'a fait chercher à délivrer l'opération dont il s'agit, de toute observation azimuthale. J'ai donc pris une autre route, mais sur la même idée, en évitant l'erreur des Réfractions ; de sorte que s'il se trouve quelque chose d'utile dans ce que je vais proposer, c'est à M. *Maraldi* principalement qu'il est dû, car j'avoue que je n'y avois jamais pensé avant que d'avoir entendu la lecture de son Mémoire sur ce sujet.

Il faut distinguer ici deux cas : le premier, lorsqu'on a réellement une Etoile qui passe par le Zénit : le second, lorsqu'on n'a point d'Etoile qui passe par le Zénit, mais tout proche, à une distance donnée de quelques minutes, soit en deçà du Zénit vers le Pole, soit au-delà vers l'Equateur ; c'est le cas de l'Etoile feinte au Zénit, & que je ramenerai au premier.

## METHODE POUR LE PREMIER CAS,

### *Lorsqu'on a une Etoile qui passe par le Zénit.*

1°. * Il faut observer les hauteurs méridiennes apparentes de l'Etoile Polaire au dessus & au dessous du Pole, sans avoir aucun égard à ce que les Réfractions y peuvent produire.

2°.

* Fig. 1.

2°. On prendra la moitié de la différence de ces deux hauteurs, pour l'ajouter à la plus petite, ou l'ôter de la plus grande, ou, ce qui revient au même, on prendra la moitié de leur somme, & l'on en concluera la hauteur apparente du Pole, comme si en effet on y avoit observé une Etoile dont sa hauteur apparente fût égale à cette moitié.

3°. Enfin, on observera l'instant du passage de l'Etoile du Zénit par le Zénit, & le tems qu'elle employe à descendre à la hauteur apparente du Pole, ou, ce qui est plus simple & plus sûr, on observera les deux hauteurs apparentes & correspondantes de cette Etoile, égales à la hauteur apparente du Pole, & l'on en déduira l'instant du passage par le Zénit.

Cela posé, je dis que ces trois points observés, le Pole, le Zénit, & celui d'une des hauteurs correspondantes de l'Etoile, avec le tems qu'elle a employé à y parvenir par rapport au Zénit, ou plutôt, les trois arcs de grand cercle qui passent par ces points, détermineront réellement dans le ciel un triangle sphérique équilatéral, dont on connoît les angles, & dont par conséquent on connoîtra les côtés, l'un desquels donnera le complément à la hauteur du Pole.

Pour le prouver, soit *RPZ* le Méridien du lieu, & *P* le Pole, dont on suppose, & dont on fera voir que la hauteur apparente doit être égale a la moitié des hauteurs apparentes de l'Etoile Polaire, lorsqu'elle est dans le Méridien, en *A*, par exemple, & en *B*.

Soit *Z* le Zénit, *Z L* le Parallele qui passe par le Zénit, *I* l'un des points où se trouve l'Etoile du Zénit dans le moment de l'observation d'une de ses hauteurs correspondantes, *P I* le cercle de déclinaison qui passe par ce point, *Z I T* le vertical, & *T R* l'horizon.

Il faut montrer que le Triangle *I P Z* est réellement équilatéral, qu'on en connoît l'angle *P*, & par-là tous les angles, & tous les côtés, dont l'un, savoir *P Z* fait le complément à la hauteur du Pole.

Car, à cause du Parallele *Z L*, les deux arcs interceptés *P I*, *P Z*, sont égaux, & par l'égalité des hauteurs apparentes de *P* & de *L*, ou des arcs *P R*, *I T*, qu'on suppose toujours répondre à des hauteurs réelles égales, lorsqu'elles sont au-dessus de 25 ou 30 degrés, le complément *Z I* de la hauteur *T I*, dans le vertical *T I Z*, est égal au complément *P Z* de la hauteur du Pole dans le vertical ou Méridien *R P Z*. Donc le Triangle *I P Z* est réellement équilatéral, & par conséquent équiangle; & puisque par l'observation du tems que l'Etoile du Zénit a employé à décrire la portion *Z L I* de son parallele, on connoît l'arc de l'Equateur compris entre les deux grands cercles *P I*, *P Z*, ce tems étant converti en degrés, on aura l'angle *P* au Pole, & partant les deux autres *I*, *Z*, & leurs côtés opposés. Mais l'un de ces côtés *P Z*, fait le complément à la hauteur du Pole. Donc, &c.

RE-

## REMARQUES.

S'il y avoit en effet un objet visible en *P*, une Etoile dont on pût prendre la hauteur apparente, il n'y auroit ici rien à désirer pour la spéculation, ni aucun doute à former sur la pratique; mais comme on n'apperçoit aucune Etoile en *P*, & que ce n'est que par voye d'induction qu'on détermine la hauteur apparente de ce point, il faut examiner si cette induction est légitime, ou si elle peut produire quelque erreur sensible, & capable d'influer sur le calcul & sur la détermination du Pole.

Les Astronomes modernes ont dressé leurs Tables des Réfractions depuis l'horizon jusqu'au Zénit, ou sur une suite d'observations des hauteurs solaires, qui sont ce qu'il y a de mieux connu, ou sur les hauteurs successives d'une Etoile qui passe par le Zénit, ou très proche du Zénit; & qu'ils ont observée de degré en degré depuis son plus haut point jusqu'à l'horizon, en comparant ses hauteurs apparentes à ses hauteurs réelles déduites du calcul, ou par telle autre méthode quelconque qui revient à celles-ci. Or il résulte de tout ce qu'ils nous ont donné sur ce sujet, & de toutes leurs Tables, quelque différence qu'il y ait entre elles;

1°. Que les Réfractions d'abord très variables auprès de l'horizon, deviennent sensiblement constantes, & toujours les mêmes pour la même hauteur, dès que l'Astre a atteint une certaine hauteur, par exemple de

20 ou 25 degrés, & de plus en plus à mesure qu'il approche du Zénit, où la Réfraction est tout-à-fait nulle. Cette constance se soutient même de l'Hiver à l'Eté, ainsi que M. de la Hire l'assure positivement dans ses Tables Astronomiques, après avoir fait à ce dessein une infinité d'observations dans les différentes saisons de l'année, sur les Etoiles de Sirius, & de la Lyre, & avec le secours des meilleurs instrumens.

2°. Que la constance des Réfractions à une certaine hauteur dans le même climat, produit une marche ou progression décroissante sensiblement uniforme depuis cette hauteur en montant jusqu'au Zénit, & cela toujours de plus en plus, & quelle que soit d'ailleurs la loi de la progression, & la quantité de Réfraction horizontale qu'on lui donne pour base.

3°. Que cette progression, en partant du point des Réfractions constantes dans le même climat, & de plus en plus vers le Zénit, approche sensiblement d'une progression Arithmétique.

De ces principes d'expérience justifiés par tout ce que nous avons de plus excellent & de plus exact en ce genre, il suit, que quelque incertaines que soient d'ailleurs les Réfractions absolues qui répondent aux hauteurs de l'Etoile Polaire, *A*, *B*, au-dessus de 25 ou 30 degrés, vu la petitesse de l'arc *AB*, qui n'est guere aujourdhui que de 4° 12', & quelque inconnues que soient les quantités réelles de ces hauteurs, la moitié de la somme des deux apparentes donnera toujours sensiblement

ment ou à la ſeconde près, la hauteur apparente du point *P*, qui occupe le milieu de leur différence, ou de l'arc *AB*. Les Tables Aſtronomiques des Réfractions ne different point à cet égard, quoique d'ailleurs très différentes, ſoit par la diverſité des Réfractions locales obſervées par différens Aſtronomes, & avec de différens inſtrumens, ſoit par des défectuoſités inévitables dans les calculs, entant qu'ils ſont fondés ſur une déclinaiſon, & une aſcenſion droite de quelque Aſtre, qui ne ſont pas toujours bien certaines.

Pour en venir aux exemples, & aux preuves, & pour épargner au Lecteur la peine de cette vérification, je ſuppoſerai la diſtance de l'Etoile Polaire au Pole ſeulement de 2°, & l'arc *AB* de 4°, tel qu'il ſera dans une vintaine d'ans, parce que l'Etoile Polaire s'approche tous les ans du Pole de 20″. Cette ſuppoſition qui nous diſpenſera des réductions qu'éxigeroient les minutes, ne ſauroit apporter ici aucune erreur; & les Tables des Réfractions; où l'on ne trouve que les degrés, ont auſſi preſque toujours été dreſſées ſur ce pied-là, & ne donneroient pour les minutes & les ſecondes, que des parties exactement proportionnelles. D'ailleurs il ſuffit qu'on ſache en gros que l'Etoile Polaire n'eſt pas loin du Pole, ſans qu'on ait beſoin d'en déterminer au juſte la diſtance. C'eſt-là encore un des avantages de la Méthode.

Cela poſé, je prendrai pour exemple des hauteurs apparentes de l'Etoile Polaire vue au-deſſus & au deſſous du Pole, celles qui ré-

résulteroient des hauteurs réelles de 36 & 40°, & de la Réfraction, & par conséquent ce sera une hauteur réelle du Pole, *RP*, de 38°, qui est à peu-près la latitude des parties méridionales de l'Europe. Je vais, dis-je, appliquer à ces hauteurs de 36, 38, & 40°, les différentes Réfractions que les Tables y font répondre, & voir si elles s'accordent exactement avec la Regle.

Selon la Table des Réfractions de M. de la Hire, la 5me de ses Tables Astronomiques, la Réfraction horizontale étant de 32' 0", la Réfraction de 36° est 1' 33", & celle de 40°, est 1' 22". La somme de ces deux quantités est 2' 55", dont la moitié, 1' 27"½, donne, selon notre Méthode, la Réfraction qui doit convenir, en conséquence, à la hauteur de 38°. Or c'est à ½" près ce que la Table donne pour cette hauteur, savoir 1' 27". Prenant donc ces Réfractions pour celles qui conviennent en effet à ces hauteurs, on auroit trouvé par l'observation.

| | | | |
|---|---|---|---|
| La hauteur apparente de *B*....... | 36° | 1' | 33" |
| Et la hauteur apparente de *A*..... | 40 | 1 | 22 |
| La moitié de la somme desquelles.... | 38 | 1 | 27½ |

donne, selon la Regle, la hauteur apparente du point *P*, ou d'une Etoile qui en occuperoit la place. Donc les deux déterminations de la hauteur apparente du Pole, par notre Méthode, & par la Table de M. de la Hire, ne different que de ½", ou ne different peut-être point du tout, parce que M. de la Hire a négligé les fractions de Seconde dans la construction de sa Table des Réfractions, com-

comme l'ont aussi pratiqué tous les autres Astronomes.

Par la Table des Réfractions de feu M. *Cassini*, telle qu'on la trouve parmi ses Tables Astronomiques Manuscrites, la Réfraction horizontale est déterminée à 32' 20", celle qui convient à la hauteur de 36° y est de 1' 20", & celle qui convient à 40° de 1' 10", & ces quantités réfractionnelles résultent, comme on voit, d'une progression décroissante assez différente de celle de M. de la Hire. Leur somme est 2' 30", & la moitié de cette somme 1' 15", qui est tout juste la Réfraction que la Table donne pour 38° de hauteur. Cette Table de M. Cassini a été adoptée successivement dans la Connoissance des Tems, par Mrs Lieutaud, Godin, & Maraldi, & elle me paroît en tout la même que celle qui est imprimée dans le volume des Voyages de l'Académie, & que M. Cassini dressa sur les observations faites à Caienne par M. Richer, tout proche de l'Equateur.

Cherchons-en une qui résulte d'Observations beaucoup plus Septentrionales. M. Horrebow, Professeur en Astronomie à Coppenhague, nous la fournira, dans son *Atrium Astronomiæ*, §. 138. Il n'y a qu'à lire cet ouvrage, qui roule principalement sur les Réfractions, pour voir le nombre prodigieux d'observations & de recherches que M. Horrebow a faites sur cette matiere, tant par lui-même & en seul, que conjointement avec M. Roemer. On trouvera donc, dans la Table qui en résulte, aux degrés 36, 38, 40, les Réfractions correspondantes, 1' 44, 1' 39, & 1' 34".

34″, qui sont manifestement en progression Arithmétique, & où par conséquent la moitié de la somme des deux extrêmes donne le terme moyen. On n'y trouve point la Réfraction horizontale, peut-être comme trop variable, & trop incertaine.

La Table des Réfractions de M. Wurzelbau, insérée dans son *Uranies Noricæ basis Astronomica*, est encore construite sur les observations faites dans le Nord par rapport à nous. Elle ne donne cependant que 30′ 28″ à la Réfraction horizontale; mais elle fait la Réfraction des degrés supérieurs beaucoup plus grande qu'aucune autre des Tables modernes que je connoisse; car dans l'exemple, de 36°, 38°, 40°, la Réfraction est 2′ 12″, 2′ 2″, & 1′ 55″, où la moitié de la somme des deux extrêmes ne differe pourtant de ce que doit être le terme moyen que de ½″.

Au contraire une Table des Réfractions de M. Flamsteed, qui se trouve à la fin du second volume de son Histoire Céleste, 2de Edition, donne 33′ à la Réfraction horizontale, & seulement 2′ 7″ au 36me degré 1′ 2″ au 38me, & 58″ au 40me. Mais elle n'en revient pas moins à la Regle, encore à ½″ prés.

Toutes ces Tables ont été construites vraisemblablement sur des Observations immédiates, & indépendemment de toute hypothese. Il y en a un petit nombre d'autres, & que je ne leur crois pas inférieures, qui sont déduites de quelque hypothese, fondée elle-même sur la Théorie des Réfractions, & de leurs principaux Phénomenes, & sur que-

quelque observation particuliere bien vérifiée, qui leur sert comme de base & d'époque.

Telle est la Table des Réfractions que M. Cassini a mise à la fin de son Mémoire *sur les Réfractions Astronomiques*, en 1714, & qui résulte principalement du chemin curviligne & sensiblement circulaire que le rayon rompu décrit dans l'Atmosphere, en venant de l'Astre jusqu'à nous. Elle n'est poussée que jusqu'au 30$^{me}$ degré, à cause apparemment qu'après cette hauteur la progression des Réfractions y devient à peu-près la même que dans l'hypothese rectiligne. Je prends donc dans cette Table les réfractions qui répondent au 23$^{me}$, 25$^{me}$, & 27$^{me}$ degrés, qui sont 2' 18", 2' 6", & 1' 55", & je vois que la moitié de la somme des extrêmes ne surpasse que de $\frac{1}{2}$" le Terme moyen.

Telle est enfin la Table que M. Bouguer nous a donnée dans sa *Méthode d'observer exactement sur Mer la hauteur des Astres.* Celle-ci est construite non seulement sur la *Solaire*, ou la courbe que décrivent les rayons de lumiere dans l'air, mais encore sur la courbe des dilatations de la matiere refractive, qui complique la précédente, & sur la sphéricité des couches de cette matiere. Les Réfractions de cette Table, depuis le 25$^{me}$ jusqu'au 30$^{me}$ degré de hauteur, prises comme ci-dessus aux extrémités d'un arc de 4°, donnent une Seconde de moins que ne feroit notre Regle, par rapport au point du milieu : mais de 30° en sus, elles la confirment parfaitement, à la demi-seconde près, qui résulte

tou-

toujours de la somme des extrêmes, lorsque les Secondes y sont en nombre impair.

Je n'ai pas cru inutile d'entrer dans ce détail, & d'insister sur la diversité des climats, & des circonstances, sur les différentes vues, observations, & hypotheses des Auteurs, d'après lesquelles il nous est venu des Tables des Réfractions si différentes, tant par la quantité absolue de la Réfraction à chaque degré de hauteur, que par la maniere dont elle y est distribuée. Car on voit que malgré cette diversité, elles s'accordent toutes parfaitement en ce point, que la moitié de la somme de deux hauteurs apparentes données, au dessus de 25 ou 30 degrés, & sur une différence de 4 à 5 degrés, est toujours sensiblement égale à la hauteur apparente du point moyen réel, entre les deux hauteurs réelles qui lui répondent à distance égale de part & d'autre. Et c'est-là, si je ne me trompe, tout ce que l'on pouvoit désirer sur ce sujet, pour la sureté & la justesse de la pratique.

Il ne faut point distinguer de ce prémier cas tous ceux, où, ayant une Etoile qui passe fort près du Zénit du lieu proposé, à quelque minute, par exemple, ou à quelques secondes, on voudra se transporter sur le point même par le Zénit duquel elle passe exactement, à raison, comme on sait, de 15 toises 5 pieds 1 pouce par Seconde, & de 951 toises par Minute, si l'on suppose la Terre Sphérique, ou sur le pied des toises qui conviennent au dégré de latitude auquel on peut juger en gros que l'on est, lorsqu'on suppose la Terre Sphéroïde. Car ayant déter-

terminé la distance de ce point sur le terrein, on y prendra la hauteur du Pole comme il vient d'être enseigné, après quoi on la rapportera géométriquement au lieu proposé.

Mais cette maniere de suppléer au défaut d'une Etoile qui passe exactement par le Zénit du lieu proposé, chose bien rare, sur-tout lorsqu'on veut qu'elle soit d'une certaine grandeur, est en quelque façon étrangere à notre Méthode; sans compter qu'il est presque toujours pénible d'opérer sur le terrein, & même quelquefois impossible par des circonstances locales. J'ai donc tâché de ramener le Problême au cas où l'Etoile ne passe pas par le Zénit, & où elle s'en éloigne de quelques minutes, jusqu'à 25 ou 30, sans qu'on ait besoin d'aucune observation de plus que dans le prémier Cas. J'aurois pu pousser cette distance bien au-delà, & jusqu'à plusieurs degrés, en augmentant simplement le travail du calcul, ainsi que je l'expliquerai avant que de finir: mais outre que la nature du Problême exige que l'Etoile s'éloigne peu du Zénit pour n'être pas sujette à la Réfraction dans son passage par le Méridien, il faut aussi, à mon avis, qu'elle y soit vue commodément dans la Lunette avec le Zénit, afin qu'on puisse en prendre la distance précise par le moyen du Micrometre. Ce qui dans un instrument, par exemple, de 3 ou 4 pieds de rayon n'embrasse guere que 25 ou 30′ de part & d'autre du centre de la Lunette.

ME-

## METHODE POUR LE SECOND CAS,

*Lorsque l'Etoile passe à une distance donnée du Zénit, qui n'excede pas 25 ou 30 minutes.*

1°. Ayant pris la hauteur apparente du Pole, comme dans le prémier Cas, & constaté la distance de l'Etoile donnée du Zénit, j'imagine une autre Etoile au Zénit, & sur le même cercle de déclinaison, comme j'en ai imaginé une au Pole.

2°. Je calcule d'après cette supposition, & d'après la hauteur apparente du Pole, comme vraie, de combien l'Etoile fictice du Zénit, après son passage par le Méridien, doit arriver à la hauteur apparente du Pole plutôt ou plutard que l'Etoile réelle qui passe près du Zénit.

3°. J'ôte ce tems ou cette différence, du tems que j'ai observé qu'employe l'Etoile réelle à descendre du Méridien à la hauteur apparente du Pole, si elle se trouve placée entre le Zénit & le Pole, & je l'ajoute, si elle est placée au-delà vers l'Equateur.

Cela fait, je dis que j'aurai par ce moyen le tems sensiblement exact que le point du Zénit a mis à descendre à la hauteur du Pole, & un Triangle équilatéral *IPZ*, comme dans le prémier Cas: d'où calculant de même la valeur des angles & des côtés, je tirerai pareillement la véritable hauteur du Pole.

*Exemple.* La Luisante du côté droit de Persée, marquée *α* dans Bayer, qui est de la seconde grandeur, passera vers le milieu de

cette

cette année à environ 3′ 50″ du Zénit de l'Observatoire, en de-çà vers le Pole. Imaginons qu'un Astronome qui se trouve quelque part sur le même parallele que l'Observatoire, sans le savoir, c'est-à-dire, à 48° 50′ 10″, veuille prendre la latitude du lieu, par la Méthode dont il s'agit, & suivant la Régle énoncée ci-dessus, & supposons que la Réfraction du lieu y éleve les Astres d'une minute, à cette hauteur. Il trouvera donc la hauteur apparente du Pole de 48° 51′ 10″. Ayant aussi déterminé la distance de l'Etoile de Persée au Zénit de 3′ 50″; 1°. Il en feint une seconde au point du Zénit, & sur le même cercle de déclinaison. 2°. Il calcule d'après ces élemens de combien l'Etoile feinte après son passage par le Méridien, doit arriver plutôt à 48° 51′ 10″, hauteur apparente du Pole, que l'Etoile réelle, & il trouvera que c'est d'environ 11″ $\frac{1}{12}$. 3°. Il observe l'Etoile réelle avant & après son passage par le Méridien, à cette hauteur, & il juge la prémiere des deux observations correspondantes, par exemple, à 8ʰ 30′ 25″ $\frac{1}{3}$ du soir, & la seconde à 5ʰ 7′ 18″ $\frac{2}{3}$ du matin suivant. L'intervalle de l'une à l'autre, qui est 8ʰ 36′ 53″ $\frac{1}{3}$, étant partagé en deux également, donnera 4ʰ 18′ 26″ $\frac{7}{12}$ pour le tems que l'Etoile réelle a employé à descendre du Méridien à la hauteur apparente du Pole. Otant de ce tems le 11″ $\frac{1}{12}$ que l'Etoile fictice du Zénit a dû employer de moins pour arriver à la même hauteur, il reste 4ʰ 18′ 15″ $\frac{1}{2}$, qui étant converties en degrés de l'Equateur, donnent 64° 33′ 52″ $\frac{1}{2}$, pour l'angle du Triangle équilatéral, dont un des côtés fait le com-

plément à la hauteur du Pôle. Ce complément sera trouvé d'environ 41° 9′ 50″, comme il doit l'être, mais à une seconde plus ou moins, à cause de quelque tierce que j'ai négligée dans le calcul.

Il ne s'agit plus que de donner raison de toutes ces opérations, & c'est ce que je vais faire dans les Remarques suivantes.

## REMARQUES.

Soit, comme dans la prémiere Figure, *RPZ* * le Méridien, *P* le Pole, *Z* le Zénit, *ZL* le Parallele qui passe par le Zénit, *I* le point où se trouveroit l'Etoile fictice du Zénit, dans le moment où elle seroit vue à la hauteur apparente du Pole, *PID* le cercle de déclinaison qui passe par ce point, *ZIT* le vertical, & *OTR* l'horizon.

Soit *S* l'Etoile réelle qui passe près du Zénit, *SK* son Parallele, *K* le point où elle est vue à la hauteur apparente du Pole, *PK* le cercle de déclinaison qui passe par ce point, *ZKH* le vertical sur lequel on prend sa hauteur *HK* égale à *TI*, & *AIKP* l'Almicantarath ou cercle de hauteur, qui passe par le Pole, & par les points *I*, & *K*.

Cela posé, 1°. il est clair qu'on a le Triangle équilateral *IPZ*, formé par les trois arcs de grand cercle *IP*, *IZ*, *PZ*, du cercle de déclinaison *PD*, du vertical *TZ*, & du Méridien *RZ*. 2°. Le Triangle isoscele *KPZ* formé par l'arc *KP* du cercle de déclinaison qui

* Fig. 2.

qui détermine la distance du point $K$ au Pole, & par les deux arcs, $KZ$, $PZ$, l'un du vertical, l'autre du Méridien, qui fait ici la fonction d'un autre vertical, & qui sont égaux, puisqu'ils déterminent des hauteurs égales $TI$, $HK$.

Or la véritable hauteur du Pole $RP$, étant supposée connue pour un moment, on connoîtra les trois côtés du Triangle équilateral, & par conséquent les deux côtés du Triangle isoscele $KZ$, $PZ$, puisque par hypothese, ces deux côtés, & les trois de l'Equilateral sont ou le complément même de la hauteur du Pole, ou des arcs égaux à ce complément. De plus on a la distance $ZS$, de l'Etoile $S$, prise ici entre le Zénit & le Pole, & par même moyen l'arc $SP$ du Méridien; mais l'arc $PK$ du cercle de déclinaison est égal à $SP$, l'un & l'autre étant intercepté par le Parallele $SK$, de l'Etoile $S$. Donc on connoîtra les deux Triangles $IPZ$, $KPZ$; & par conséquent l'angle $IPK$, qui n'est autre chose que la différence de leur angle au Pole $P$.

L'angle $IPK$, ou l'arc de l'Equateur qui le mesure, étant converti en heures, minutes, & secondes, donnera donc le tems que l'Etoile réelle devroit employer de plus ou de moins que l'Etoile fictice du Zénit, pour arriver du point $S$ à la hauteur donnée du Pole, $HK=TI=RP$. Et cet angle ou ce tems étant ôté, dans le cas posé de l'Etoile $S$ entre le Zénit & le Pole, ce tems, dis-je, étant ôté de celui que l'Etoile y a réellement employé par l'observation, le reste détermi-

sera le moment où l'Etoile fictice du Zénit seroit parvenuë à la même hauteur. Ce qui ramene le Problême au cas simple de l'Etoile qui passe par le Zénit.

On voit aussi que l'Etoile *S* étant en de-çà du Zénit vers le Pole, l'angle *IPK* doit être soustractif; & qu'au contraire il sera additif, lorsque l'Etoile passe au-delà vers l'Equateur. Car les arcs *ZLI*, *SG*, des paralleles des deux Etoiles *Z*, & *S*, compris dans l'angle que font entre eux le Méridien *PZ*, & le cercle de déclinaison *PD*, sont semblables, & parcourus dans un même tems par les deux Etoiles. D'où il suit que l'Etoile du Zénit, *Z*, arrivant au point *I*, sur *PD*, parvient en même tems au cercle de hauteur *AP*; puisque par construction ces deux cercles se coupent en ce point: tandis que l'Etoile *S* supposée en de-çà du Zénit vers le Pole, & arrivée en tems égal sur le même cercle de déclinaison *PD*, au point *G*, ne sauroit cependant être encore sur le même cercle de hauteur, *AP*, & qu'il s'en faut tout l'arc *GK*, ou, ce qui revient au même, tout le tems exprimé par l'angle *GPK*, qu'elle n'y soit: & que c'est le contraire lorsque l'Etoile est située au delà vers l'Equateur, par exemple, en Σ; parce que son parallele coupe le cercle de hauteur *AP*, en *Y*, au dessus du point *g*, où il coupe le cercle de déclinaison *PD*.

Mais dans tout ce qui vient d'être dit, nous avons supposé la hauteur du Pole connue; & il l'a fallu, parce qu'elle entre nécessairement dans le calcul des Triangles *IPZ*, *KPZ*,

&

& de la différence $IPK$, de leur angle $P$, qu'il faut ôter, ou ajouter, &c. pour avoir l'instant précis où l'Etoile du Zénit doit arriver à une certaine hauteur, savoir à la hauteur réelle du Pole; & ce n'est cependant que d'après cette hauteur affectée de la Réfraction, & simplement apparente, que notre Règle (*Sup. p.* 216.) fait calculer le tems additif ou soustractif exprimé par l'angle $IPK$.

Toute la difficulté se réduit donc ici à voir comment l'angle $IPK$, déterminé d'après la hauteur apparente du Pole, peut être sensiblement le même que celui que donneroit la hauteur exacte & réelle du Pole; ou, ce qui est la même chose, à montrer que la différence des deux angles $IPZ$, $KPZ$, qui résulte des deux suppositions, l'une vraie, l'autre fausse, de la hauteur du Pole, est insensible.

Cette espece de paradoxe est fondé sur ce que la quantité dont on se trompe sur la hauteur du Pole par la Réfraction, ne fait jamais qu'une petite partie du complément $PZ$, & que l'erreur qui en réjaillit sur les angles du triangle équilateral $IPZ$, & sur ceux de l'isoscele $KPZ$, est encore plus petite: de maniere que, dans le cas posé, la différence de leur différence devient presque infiniment petite, ou insensible.

Car à l'égard de la quantité dont le Pole est élevé par la Réfraction, dans les limites où est renfermé le Problême, il est clair qu'elle fera toujours une très petite partie du côté $PZ$, complément de la hauteur du Pole, & même plus petite à mesure que $PZ$, dimi-

diminuera, parce que la Réfraction diminue selon un plus grand rapport que les hauteurs n'augmentent. Mais à l'égard de la diminution dont cette erreur de la hauteur du Pole, est susceptible, en retombant sur le calcul des triangles *IPZ*, *KPZ*, & le peu de changement qui est arrivé à la valeur de l'angle *IPK*, c'est une circonstance remarquable, & la suite d'une proprieté des Triangles sphériques, qui mérite que nous y fassions quelque attention, & dont je ne sache pas que personne ait parlé.

Si l'on imagine que les trois côtés d'un Triangle sphérique, croissent ou diminuent successivement & proportionnellement entre eux, on peut dire en général, que le terme de leur variation est susceptible d'un beaucoup plus grand rapport que celui de la variation qui survient par-là à ses angles, en ce sens, que la somme des trois angles d'un Triangle sphérique, ne peut varier, comme on sait, que depuis la valeur de 6 droits jusqu'à 2 exclusivement, ou entre les limites de 3 à 1, & que la somme de ses côtés peut varier depuis le cercle entier jusqu'à zero exclusivement, ou du fini à l'infini, quoique l'étendue des variations soit la même: car l'intervalle de 6 droits à 2 droits, & celui du cercle à zero est le même.

Mais en particulier, & si l'on compare chaque augmentation ou diminution des côtés à celle qui est produite sur les angles par ce changement, il faut distinguer, & il y a deux cas directement opposés; les angles du Triangle

gle plus petits que des droits, augmentent ou diminuent en moindre rapport que ses côtés, tant qu'ils demeurent plus petits, ou de même *affection*; & au contraire ceux qui surpassent l'angle droit, ou qui viennent à la surpasser par l'augmentation des côtés, augmentent ou diminuent en plus grande raison que les côtés; & cela d'autant plus qu'ils approchent davantage de la valeur de deux droits en augmentant, & de la valeur de 60 degrés en diminuant. De sorte que l'angle droit est ici le *maximum*, ou le *minimum* de ces deux especes de variation.

Pour ne pas entrer là-dessus dans un détail auquel le Lecteur pourra suppléer, & pour démontrer la propriété dont il s'agit sur l'exemple le plus simple, & en même tems le plus propre à notre sujet, soit imaginé le Triangle équilateral *ABC* *, dont les trois angles sont droits, & les trois côtés de 90 degrés chacun.

Les sommets des angles d'un tel Triangle seront donc les poles de chacun de ses côtés, & réciproquement ses côtés la mesure de chacun de ses angles. Donc dans l'augmentation ou dans la diminution infiniment petite de ses côtés, celle de ses angles lui sera égale, ou différera infiniment peu de l'égalité. Mais supposons d'abord que les côtés diminuent, que le Triangle *ABC*, devienne *abc*, & qu'enfin il se termine à un Triangle équilateral infiniment petit, il est clair que la diminution qui peut survenir à ses angles, ne peut

* Fig. 3.

peut aller jusqu'à 30 degrés inclusivement sans que le Triangle ne s'évanouïsse, puisque chacun de ses angles doit demeurer au moins de 60 degrés, afin que les trois vaillent deux droits: mais les côtés ont diminué de 90 degrés jusqu'à l'infiniment petit. Donc la diminution des angles du Triangle *ABC* décroissant, ne peut jamais arriver tout au plus qu'au tiers de la diminution de ses côtés. Et il n'est pas moins évident que cette diminution se fait toujours de plus en plus en moindre rapport, eu égard à celle des côtés, à mesure que tout le Triangle approche de l'infiniment petit: car chacun des côtés de *ABC* étant diminué, par exemple, du tiers, en sorte qu'il ne reste que de 60°, l'angle demeure encore de plus de 70° ½, & sa diminution n'est pas du quart. Si la diminution des côtés est des deux tiers, celle des angles sera encore moindre à proportion, & chaque côté étant réduit par-là à 30°, chaque angle demeurera de près de 62° ⅓. De maniere que chaque côté pouvant encore diminuer de 30 degrés exclusivement, chaque angle ne peut diminuer que de 2° ⅓, jusqu'à la diminution infiniment petite par rapport à la diminution finie des côtés.

Il sera bien aisé après cela de démontrer que tout le contraire arrive par l'accroissement des côtés du Triangle *ABC* à mesure que chacun de ses angles approche de la valeur de deux droits, en ordre renversé du cas précédent; & aussi, que le Triangle *ABC* qui a ses trois angles droits, est le *maximum*, ou le *minimum* réciproque par rapport à la variation des côtés & des angles dans l'un ou

l'autre

l'autre des deux cas, & le *moyen* à cet égard entre les deux. Il ne faut, pour s'en convaincre, que se rappeller cette proposition élémentaire de Trigonométrie sphérique; savoir, Que si des angles, *a*, *b*, *c*, ou *α*, *β*, *γ*, d'un Triangle sphérique quelconque (nous prenons toujours ici l'Equilateral *abc*, pour exemple) comme Poles, on décrit trois grands cercles, ils formeront en s'entrecoupant, un autre Triangle sphérique *αβγ*, dont les côtés seront égaux aux supplémens des angles à deux droits, & réciproquement les angles égaux aux supplémens au demi-cercle des côtés du Triangle proposé. Car nommant l'Equilatéral décroissant depuis l'angle droit jusqu'à l'angle de 60 degrés, le *primitif*, & celui de ses supplémens réciproques au demi-cercle, ou aux deux angles droits, le *secondaire*, il est clair,

1°. Que dans le cas de l'angle droit (*ABC*) le primitif, le moyen, & le secondaire se confondent.

2°. Qu'à mesure que le primitif *abc* décroît d'angles & de côtés, à commencer depuis *ABC*, le secondaire *αβγ*, à commencer aussi depuis *ABC*, croît en ordre renversé de côtés & d'angles, jusques & exclusivement à 120 degrés pour chacun de ses côtés, & à la valeur de deux droits pour chacun de ses angles, qui est le cas où il differe infiniment peu du cercle.

Donc l'accroissement des côtés dans le secondaire ne peut aller qu'à un tiers de plus au de-là du moyen, savoir de 90 à 120 degrés pour chacun, tandis que chacun de ses

angles peut arriver au double, savoir de 90 à 180°, & cela de plus en plus en approchant des extrêmes, & en ordre renversé & réciproque par rapport aux angles & aux côtés du primitif. Donc, &c.

Or notre Problême de la hauteur du Pole est visiblement tel par ses conditions, que le Triangle équilatéral * *IPZ*, & l'angle *KPZ*, sont toujours dans le cas de l'accroissement ou du décroissement des angles moindre que celui des côtés. D'où l'on voit que supposant le Pole en *P*, ou en *p*, la différence de la différence des angles, qui résulte des deux suppositions, ou des deux valeurs du côté, *ZP*, & *Zp*, sera d'autant moindre: c'est-à-dire, que *IPK*, ne différera pas sensiblement de son pareil *ipk* (que je ne trace point ici, pour ne pas embarrasser la Figure), ou n'en différera que d'une quantité toujours beaucoup moindre que *Pp*, &c.

C'est par les exemples qu'il faut montrer à quel point va la petitesse de cette quantité dans les différentes distances *ZS*, ou *Z*Σ, de l'Etoile qui passe près du Zénit.

Dans le cas rapporté ci-dessus de l'Etoile de Persée, où *ZS*=3′ 50″, & où la Réfraction à la hauteur du Pole de Paris est supposée de 1′; nous avons trouvé que cette Etoile auroit mis environ 11″ $\frac{1}{12}$ de plus que le point du Zénit *Z*, à descendre du Méridien au cercle de hauteur *AIKP*. Ces 11″ $\frac{1}{12}$ ne sont autre chose, comme il a été expliqué, que l'angle soustractif *IPK* réduit en tems, mais cal-

* Fig. 2.

calculé d'après la hauteur du Pole apparente & affectée de la Réfraction, & que nous désignons par $ipk$. Il est de 2' 46'' 13''', & $IPK$ calculé d'après la hauteur vraie, de 2' 46'' 7''', qui n'en differe que de 6''' de moins, lesquelles réduites en tems, ne font que la 150me partie d'une Seconde.

Tout le reste demeurant de même, mais $ZS$ devenant $=$ 9' 50'', on aura $ipk$ d'environ 7' 6'' 9''', & $IPK$ de 7' 5'' 54''' ; de sorte que $ipk - IPK = 15'''$.

$ZS = 2°$ donne $ipk$ d'environ 48' 26'' $\frac{1}{2}$, $IPK$ de 48' 23'' $\frac{1}{2}$, & $ipk - IPK = 3''$.

$ZS = 4°$ 9' 50'' fera $ipk - IPK$ d'environ 6''.

Si l'on prend l'Étoile de l'autre côté du Zénit, par exemple, en Σ, tout le reste demeurant égal, on trouvera à peu-près les mêmes quantités pour les angles $IPY$, $ipy$, devenus desormais additifs, ou pour leur différence. Ainsi $Z\Sigma$, étant, par exemple de 4° 9' 50'', donnera $ipy - IPY =$ environ 6'' $\frac{1}{2}$, un peu plus grande que dans le cas de $ZS$. De maniere que si cet excès, $\frac{1}{2}$'', étoit de quelque conséquence, & lorsqu'on en auroit le choix, il faudroit préférer les Étoiles qui déclinent du Zénit vers le Pole, à celles qui sont au de-là vers l'Equateur.

Enfin si l'on change la hauteur du Pole, & par conséquent la Réfraction, & qu'on fasse, par exemple, $RP = 30°$, $Pp = 1'$ 50'', $ZS = 2°$, on trouvera $ipk - IPK$ d'environ 4'' $\frac{1}{2}$, &c.

On peut s'appercevoir dans les quatre premiers exemples, pour la hauteur du Pole de Paris, que les $ipk - IPK$ sont toujours sensiblement en raison directe des distances $ZS$,

de l'Etoile au Zénit. Et parce que si l'on y change la Réfraction, $Pp$, & qu'on la fasse, par exemple, de 1' 30", tout le reste demeurant de même, les $ipk - IPK$ suivront encore sensiblement la proportion de $Pp$, comme on peut s'en convaincre en calculant les mêmes exemples avec ce nouvel élement, nous établirons ici cette Règle pour la pratique, *Qu'à une même hauteur de Pole, dans les distances* ZS, *ou* Z$\Sigma$, *de l'Etoile au Zénit prises du même côté, & qui n'excedent pas 5 à 6 degrés, les erreurs que la Refraction, ou la fausse hauteur du Pole apportent à la détermination du Triangle additif ou soustractif, sont toujours sensiblement en raison composée directe de la distance de l'Etoile, & de la quantité de la Réfraction.*

Cette remarque fourniroit le moyen de faire usage des Etoiles qui passeroient à une distance du Zénit, $ZS$, $Z\Sigma$, plus grande, même de plusieurs degrés, que celle qui est renfermée dans la Méthode, pourvu que cette distance pût être exactement déterminée, & qu'elle ne rendît pas l'Etoile qu'on auroit choisie, trop sujette à la Réfraction dans son passage par le Méridien. Car ayant fait tout ce que prescrit la Méthode, & trouvé une hauteur de Pole approchée, ou diminué d'autant $Pp$, il n'y auroit qu'à répéter l'opération, & en tirer une valeur du Triangle additif, ou soustractif, toujours plus exacte, jusqu'à l'évanouissement sensible de l'erreur. Et il est aisé de voir, par la seule inspection des exemples précédens, qu'une ou deux de ces approximations suffiroient d'ordinaire pour cela.

Ce

Fig. 3.

Ce
les g
comi
gent
les
réf
l'o
l'o
da
pa
da

M
pc
Z
de
M
A
q
r
C
r
i
(

Ce qu'il y a ici d'heureux, c'est que, pour les grandes distances de l'Etoile au Zénit, comme pour les petites, qu'on a vu qui n'exigent ni correction ni approximation, tous les inconvéniens, & tout le travail qui en résultent, tombent encore entierement sur l'opération du calcul, & point du tout sur l'observation, qui demeure aussi simple que dans le cas de l'Etoile qui passe exactement par le Zénit; ce qui n'est pas peu important dans la pratique de l'Astronomie.

Enfin on pourra se servir de l'inverse de la Méthode, la hauteur du Pole étant connue, pour avoir la déclinaison, & la distance au Zénit des Etoiles qui passent par le Méridien depuis le Pole *P*, jusqu'au point *A*, où le Méridien est coupé par le cercle de hauteur *AIP* : ce qui comprend toutes les Etoiles qui répondent à la surface du segment sphérique polaire qui a pour base le parallele *AQ*. Car la déclinaison, ou, ce qui revient au même, la distance au Zénit, qui la donne, n'est ici autre chose que la différence du côté *IP* du Triangle équilatéral *IPZ*, à la base *KP*, ou *YP*, du Triangle isoscele *KZP*, ou *YZP*; & l'on connoitra cette différence par le tems que l'Etoile réelle aura mis à descendre du Méridien à la hauteur Polaire *AIP*, comparé à celui que l'Etoile fictice du Zénit auroit dû y mettre.

A la latitude de 45° le segment *AQP* sera égal à l'hémisphere polaire, à une plus grande latitude il sera plus petit, & à une moindre plus grand, jusqu'à toute la Sphere.

# MANIERE DE PURIFIER LE PLOMB ET L'ARGENT,

## Quand ils se trouvent alliés avec l'ETAIN.

### Par M. GROSSE. *

L'ALLIAGE des différens Métaux est certainement une partie de la Chimie très curieuse & très utile; elle nous a fourni les différens Tombacs, les Bronzes, ces métaux sonnans & brillans dont on fait les Timbres, & les Miroirs de métail qui sont aujourd'hui si utilement employés pour les Lunettes Catoptriques. Le Cuivre jaune est encore quelque chose de semblable; une portion de Cuivre dans l'Argent le rend plus ferme, & outre cet avantage elle donne encore à l'Or une plus belle couleur; un peu d'Antimoine ou de Cuivre rend l'Etain plus dur & plus sonnant. C'est-là une partie des avantages qu'on se peut procurer par l'alliage de différentes substances métalliques.

Mais il arrive souvent qu'on a besoin d'avoir les Métaux purs, & alors on est obligé de séparer ceux qu'on avoit unis, comme quand on sépare l'Or d'avec l'Argent, ce qui s'appelle *faire le départ*; ou bien on détruit le métail qu'on avoit mis pour alliage, comme

* 18 Août 1734.

me quand on coupelle l'Or ou l'Argent pour enlever le Cuivre qu'on leur avoit joint, & cette opération s'appelle *affiner les Métaux*.

Il y a de ces séparations qui se font aisément; il ne faut, par exemple, que de la chaleur pour séparer le Plomb & le Mercure d'avec l'Argent & l'Or; de même que pour enlever l'Antimoine qui seroit mêlé avec l'Or, ou le Zinc qui seroit dans du Cuivre. Au contraire il y a de ces séparations qui ne s'operent que très difficilement, tel est l'alliage de l'Etain dans le Plomb, & de l'Etain dans l'Argent, car je ne sache pas qu'il y ait de pratique en usage dans les Affinages Royaux pour purifier de l'Argent allié d'Etain sans faire un déchet considérable. Il est vrai qu'on ne s'avise pas ordinairement d'allier l'Argent avec l'Etain, mais on se trouve souvent dans le cas d'avoir à les séparer.

Des Alchimistes m'ont souvent fait part de l'embarras où ils étoient pour avoir pur de l'Argent qu'ils avoient mêlé avec de l'Etain dans la vue de le multiplier.

Il est arrivé souvent dans les Cuisines, qu'en laissant une cuilliere d'Etain dans une écuelle d'Argent qui étoit sur le feu, l'Etain s'est fondu, a fondu l'Argent, & s'est mêlé avec lui, ou qu'ayant couvert un plat d'Argent avec un plat d'Etain la même chose est arrivée.

Dans des incendies on a vu l'Argent & l'Etain ne plus faire qu'une masse ensemble. Erker (*Aula subterranea*) rapporte qu'en passant en l'année 1567 par la Ville de Schlakenwerdt sur les confins de la Bohême, il trouva cette

Ville

Ville toute consumée par le feu, & que l'Argent, le Cuivre, le Plomb & l'Etain avoient été fondus & alliés ensemble de différentes manieres.

Des accidens semblables arrivent encore souvent dans les coupelles, où l'on affine, par le défaut du Plomb qui se trouve allié d'Etain, ce qui jette les Affineurs dans de grands embarras, & leur cause des dommages considérables.

Il y a déja plusieurs années qu'étant à la Monnoye de Lyon, j'y fus témoin d'un accident de cette nature, qui portoit un grand préjudice à l'Affineur.

On avoit mis dans une grande coupelle environ six quintaux d'Argent, l'ouvrier fut tout étonné de voir son Argent se boursouffler, s'hérisser, sans qu'il pût s'imaginer à quoi attribuer cet accident. Je lui demandai un peu des scories qu'il rejettoit comme inutiles, & je n'eus pas de peine à reconnoître, par la revification, qu'elles contenoient de l'Etain & de l'Argent; j'en avertis l'Affineur, & lui recommandai d'examiner son Plomb, mais je le trouvai encore dans le même embarras, & occupé à traiter une pareille coupelle, ce qui me donna occasion de tenter sur le champ un remede qui me réussit assez bien; & que je rapporterai dans un moment.

Depuis peu un Affineur de Province s'est plaint qu'on lui avoit envoyé des matieres sur lesquelles il perdoit beaucoup, & quand on est venu à examiner le Plomb qu'il employoit, on a reconnu de même, que l'Etain étoit la cause de ce dommage.

Voilà

Voilà quels sont les accidens que l'Etain produit, voyons maintenant les remedes qu'on y peut apporter. Erker dit que pour rendre service aux incendiés dont j'ai parlé, il avoit entrepris d'affiner les matieres alliées dont ils étoient très embarrassés, & que quand l'Etain faisoit ainsi hérisser le métail, il emportoit tout ce qu'il rejettoit avec un rable de fer, & qu'il avoit conseillé aux propriétaires de vendre ce qu'ils retiroient ainsi de dessus leur Argent aux Fondeurs de Cloches; l'Etain s'employe dans ces sortes d'ouvrages, & l'Argent n'y peut produire qu'un bon effet, mais le dommage tomboit toujours sur les propriétaires.

L'Affineur de Lyon suivoit la même méthode qu'Erker, & il retiroit toujours de dessus son métail ce qui s'herissoit, le rejettant comme inutile, c'est cependant de ces especes de Scories que j'ai retiré de l'Argent & de l'Etain, ainsi il perdoit entierement ce que Erker faisoit entrer dans la composition des Cloches.

Un Commentateur * d'Erker conseille d'employer dans cette occasion des résidences de la distillation de l'Eau-forte, ce que M. Stahl approuve, ajoutant; *quod agit ex indole martiali*, ce sont ses termes.

A mon égard, dans l'occasion de Lyon où je trouvai pour la seconde fois cette quantité d'Argent qui s'hérissoit dans la coupelle, je crus qu'il falloit aider la calcination de l'Etain, & dans cette vue je fis faire un mélange

* Cardilucius.

ge de charbon de Terre & de Salpêtre que je fis jetter dans la coupelle. On conçoit bien que ce mêlange qui détonnoit dans la coupelle, augmentoit beaucoup l'action du feu à la superficie, pendant que le Fer qui est contenu dans le charbon, se joignoit à l'Etain, se calcinoit avec lui, le divisoit, & facilitoit par conséquent l'action du feu sur ce métail. Quoi qu'il en soit, ce moyen réussit fort bien, & épargna un dommage assez considérable à l'Affineur. Mais j'ai fait depuis différens essais dans de petites coupelles; & je suis parvenu à retirer du Plomb, l'Etain qui s'y trouve mêlé, de même qu'à le séparer sans déchet de l'Argent, quand par quelque accident ils sont alliés ensemble, ou, ce qui est la même chose, de coupeller l'Argent avec du Plomb allié d'Etain.

On sait que les Plombiers ont grande attention de ne pas perdre l'Etain qui se trouve mêlé avec le Plomb des démolitions à l'occasion des Soudures, pour cela ils exposent les vieux Plombs à un feu modéré, & comme le Plomb qui est allié d'Etain se fond plus aisément que celui qui est pur, la soudure fond avant le Plomb; mais on sent bien que cette pratique, qui leur est très avantageuse pour leur fournir de la soudure à bon marché, ne fait pas un vrai départ du Plomb d'avec l'Etain, & par conséquent ne revient pas au but que nous nous sommes proposé.

Supposons, pour commencer à rendre compte de mes expériences, qu'on ait des Scories semblables à celles que j'avois à la

Mon-

Monnoye de Lyon, dans lesquelles l'Etain à demi-calciné, forme un verre épais ou une espece de raiseau dans lequel l'Argent se trouve engagé & retenu en une infinité de petites parcelles. Si en cet état on les jette dans l'Eau-forte, tout se dissout, mais il faut d'abord les calciner vivement pour faire perdre à l'Etain sa forme métallique. On les met ensuite en poudre, & alors l'acide ne peut agir que sur l'Argent, & l'Etain reste au fond sans être dissout.

Je suis encore parvenu à séparer l'Etain de l'Argent par le sublimé corrosif, & pour concevoir comme cela se fait, il n'y a qu'à jetter un moreeau d'Etain fin dans une solution de Sublimé, on verra l'acide du Sel marin quitter le Mercure, & s'attacher à l'Etain. Or quand on jette du Sublimé corrosif sur un mélange d'Argent & d'Etain, la même chose arrive, l'acide se jette sur l'Etain, & en fait un beurre jovial pendant que le Mercure se dissipe par l'action du feu. ainsi l'Argent reste pur, mais on court risque de perdre par ce moyen une portion de son Argent; car si l'on met trop de Sublimé, l'acide du Sel marin qui est surabondant, se porte sur l'Argent, en fait une lune cornée qui se dissipe en l'air, ou si l'opération se fait dans un vaisseau fermé, un beurre lunaire; il faudroit donc, pour ne pas perdre d'Argent, n'employer qu'une juste proportion de Sublimé corrosif, ce qui est presque impossible à déterminer. Il n'en seroit pas de même à l'égard de l'Or, car on sait que l'acide du Sel marin n'agit point sur lui, ainsi il n'y auroit que l'Etain qui seroit

roit

soit emporté; & dans ce cas il faut éviter soigneusement les vapeurs qui s'échappent du creuset, lesquelles sont très dangereuses.

Je ne crois pas qu'il soit hors de propos de remarquer que la liqueur qu'on appelle le *Spiritus fumans Libavii*, n'étant essentiellement que le beurre d'Etain dissout dans l'eau, les matieres étant ici plus concentrées, répandent beaucoup plus de fumée quand elles viennent à sentir l'humidité de l'air, mais je reviens à mon sujet.

Les moyens que je viens de proposer sont bons, mais trop couteux pour être employés en grand, ce qui m'a engagé à en chercher d'autres qui fussent d'un usage plus aisé. Le suivant est de ce genre, & peut être employé dans les plus grandes opérations, je l'ai trouvé un jour en essayant une espece de Plomb, pour voir s'il pouvoit être employé pour la coupelle, car m'étant apperçu qu'il étoit allié d'Etain, je m'avisai de jetter dessus de la limaille de Fer, je donnai un bon feu, ce qui est essentiel, & en peu de tems je vis mon Plomb se couvrir d'une espece de nappe qui étoit formée par l'Etain & le Fer; alors il est bon d'ajouter un peu d'alkali pour faciliter la séparation de ces Scories d'avec le Régule. On sent bien que cette pratique peut avoir son application pour séparer l'Etain de l'Argent, mais il est nécessaire avant que d'ajouter le Fer, d'y mêler du Plomb, sans quoi la fonte ne se feroit que difficilement, & même imparfaitement, parce que l'Etain se calcineroit, mais sans se séparer de l'Argent.

Le moyen que je viens de proposer est cer-

tai-

tainement très peu couteux, & très aisé à pratiquer; je n'en sache pas même de meilleur pour remédier aux accidens qui arrivent aux coupelles; mais si l'on avoit de l'Or ou de l'Argent alliés d'Etain, je crois que le meilleur parti seroit de calciner vivement les Métaux dans un creuset pour vitrifier l'Etain, & ensuite pour enlever ce verre d'Etain, ou même perfectionner sa vitrification, il suffiroit de jetter dans le creuset un peu de verre de Plomb qui sur le champ emporteroit l'Etain.

Voila donc plusieurs moyens qu'on pourra employer utilement pour prévenir les accidens qui arrivent très-fréquemment aux essais de coupelles, dont à la vérité les Affineurs seroient à l'abri s'ils étoient plus attentifs à examiner le Plomb qu'ils employent. Mais avant que de finir ce Mémoire, il est bon de remarquer qu'il est très singulier que le Fer, qui est de tous les Métaux le plus difficile à fondre, se joigne si facilement avec l'Etain, qui est presque un de ceux qui se fond le plus aisément. Nous appercevons tous les jours des rapports singuliers entre des matieres qui ne paroissent pas en avoir, mais nous sommes bien éloignés de connoître ce qui les produit.

J'hazarderai cependant une conjecture sur cette union, & pour cela je prie qu'on fasse attention qu'il n'y a point de Mine d'Etain qui ne contienne de l'Arsenic, c'est un fait très avéré, & qui ne souffre pas de difficulté; d'ailleurs il est sûr que le Fer se joint assez facilement avec l'Arsenic, ce qui se prouve par-

ce

ce qu'on l'employe avec ſuccès pour emporter l'Arſenic qui ſe trouve mêlé avec d'autres Métaux, & l'on peut même former un Régule, à la vérité très aigre, du mêlange de l'Arſénic avec le Fer.

Maintenant pour en venir à ma conjecture, je crois qu'on ne peut pas enlever entierement à l'Etain tout l'Arſénic auquel il étoit uni dans ſa Mine, & que c'eſt cette petite portion d'Arſénic qui facilite l'union de ces deux Métaux.

---

# *THEORIE*

## *DE LA VIS D'ARCHIMEDE,*

*Avec le Calcul de l'effet de cette Machine.*

### Par M. PITOT. *

IL n'y a guere de Machine ni plus ancienne ni plus connue que la Vis d'Archimede: mais quoiqu'elle ſoit très ſimple, lorsque j'ai voulu en examiner l'effet, j'ai rencontré des difficultés auxquelles je ne m'attendois pas; ce qui m'a porté à la recherche de ſa Théorie, & c'eſt ce que perſonne, que je ſache, n'a fait pleinement juſqu'à préſent.

I. Tout le monde ſait que la Vis d'Archimede ne conſiſte qu'en un Tuyau tourné en Vis

* 27 Mars 1732.

Vis autour d'un Cylindre, ce qui forme une Courbe à double courbure, à laquelle les Anciens ont donné les noms d'*Hélice* & de *Spirale*. Dans les Mémoires de l'Académie de 1724, page 157, nous avons regardé cette Courbe comme la plus simple des Courbes à doubles courbures. Nous avons dit aussi dans le même Mémoire, que la Méthode la plus simple pour tracer la Vis ou Hélice autour d'un Cylindre, étoit de prendre la hauteur ou la longueur du Cylindre, pour un côté d'un Triangle rectangle, de faire la longueur de l'autre côté égale à autant de fois la circonférence de la base du Cylindre que la Vis ou Hélice doit faire de tours ou de révolutions sur le Cylindre, & enfin ce Triangle étant enveloppé sur le Cylindre, son hypothénuse formera le contour de la Vis ou Hélice.

II. Supposons donc ici que sur le Cylindre *ABCD* * on a roulé ou enveloppé le Triangle rectangle *BDE*, & que son hypothénuse *DE* a tracé sur le Cylindre les contours de l'Hélice ou des spires de la Vis *BF*, *GH*, &c. Si l'on forme un canal qui suive les contours des spires, & qu'on mette dans ce canal une boule *P* d'yvoire ou de toute autre matiere pesante, il est certain que si le Cylindre étoit vertical, la boule rouleroit en bas avec la même vîtesse & la même force que si elle descendoit sur le plan *DE*, lorsque *BE* est horizontale, ou que le Cylindre est perpendiculaire à l'horizon. Mais si l'on incline

* Fig. 4.

incline le Cylindre, & qu'on lui fasse faire avec la verticale *CL*, l'angle *ACL* égal à l'angle *BED*, ou à l'angle que les spires de la Vis font avec l'axe du Cylindre, dans ce cas, la ligne *ABE* faisant avec l'horizontale *LAI*, l'angle *EAI* égal à l'angle *AED*, *DE* sera parallele à l'horizon; d'où l'on voit qu'il y aura dans ce cas un côté infiniment petit des spires *BF*, *GH*, qui sera aussi parallele à l'horizon, ainsi n'y ayant rien qui détermine la boule *P* à rouler plutôt du côté du point *G* que du point *H*, elle resteroit immobile sur ce côté parallele à l'horizon, supposé qu'on ne fasse pas tourner la Vis ni d'un côté ni de l'autre, car de quelque côté qu'on la fît tourner, la boule descendroit.

III. L'inclinaison que nous venons de déterminer est la moindre qu'on puisse donner à la Vis pour que la boule ne descende pas d'elle-même; mais si on augmente cette inclinaison, ou qu'on fasse l'angle *ACL* plus grand, & par conséquent l'angle *LAC* plus petit, alors faisant tourner la Vis dans le sens *CMD*, la boule *P* trouvant toujours de la pente du côté de *H*, elle montera, pour ainsi dire, en descendant. La raison en est toute simple: *le plan qui la porte, monte beaucoup plus qu'elle ne descend.*

IV. On peut déterminer par plusieurs méthodes la raison du poids de la Boule *P* à la puissance nécessaire pour la faire monter en faisant tourner la Vis. Voici celle qui m'a paru la plus simple. Par le principe fondamental de toutes les forces mouvantes, dans toute machine, la force de la puissance est au poids

poids élevé, comme le chemin vertical du poids est au chemin de la puissance; or ici le chemin vertical du poids *P*, c'est la verticale *CL*, celui de la puissance appliquée à la circonférence du Cylindre, sera égal à autant de fois la circonférence du Cylindre, que l'Hélice fait de tours sur le Cylindre, ce qui fait une longueur de chemin égale au côté *BE*, du Triangle rectangle *DBE*; ainsi si l'on nomme la force de la puissance *F*, on aura cette proportion *BE*. *CL* :: *P*. *F*.

## EXEMPLE.

Le diametre du Cylindre ou de la Vis étant de 7 pouces, la hauteur verticale *C* L de 6 pieds ou 72 pouces, & que l'Hélice fasse douze tours, la circonférence du Cylindre sera de 22 pouces, ce qui donne pour les douze tours ou le chemin de la puissance 264 pouces; ainsi le poids *P* sera à la puissance *F* comme 264 à 72, ou comme 11 à 3. Si le poids *P* pese 11 livres, la force de la puissance sera de 3 liv. mais si au moyen d'une manivelle ou autrement la puissance ou la force motrice décrit un Cercle dont le diametre soit trois fois plus grand que celui du Cylindre, ou de 21 pouces, pendant que le poids *P* seroit de 11 livres, la force motrice seroit de 1 livre.

V. L'Hélice est une Courbe semblable dans toutes ses parties, c'est-à-dire, que chaque demi-tour des spires, comme * *AIC*, *CR*, *RS*, sont

* Fig. 2.

sont égaux & semblables ; il en seroit de même des tiers & des quarts de tours, & généralement de toutes les portions égales de cette Courbe. Mais lorsque la Vis est inclinée, si l'on rapporte tous les points des demi-tours, tels que *AIC* au plan de la section horizontale du Cylindre, laquelle section ou Ellipse nous représenterons par une seule ligne droite *AD*, afin de ne pas rendre la Figure trop confuse ; si l'on rapporte, dis-je, tous les points des spires *AIC* au plan horizontal *AD*, on verra que chaque demi-tour de l'Hélice, comme *AIC*, a au dessous du plan horizontal un point le plus haut *E*, & un point le plus bas *E*, avec un point moyen *I*. Or pour parvenir à la connoissance de l'effet de la Vis pour élever de l'eau, il est important de déterminer ces trois points.

VI. Le point moyen *I* est un point d'infléxion très aisé à déterminer ; pour cet effet ayant nommé le diametre *AB* de la base du Cylindre $2r$, sa demi-circonférence *AMB*, $c$, la coupée *AP*, $x$, l'arc indéterminé *AM*, $s$, l'ordonnée *ME* à l'Hélice $y$, & enfin la hauteur *BC* du demi-tour *AIC* des spires $b$. Puisqu'on peut regarder ce demi tour *AIC* comme ayant été formé par l'hypoténuse d'un Triangle rectangle dont un des côtés seroit égal au demi-cercle *AMB*, & l'autre côté la ligne *BC*, on a cette proportion *AMB*, $c$, *BC*, $b$ :: *AM*, $s$ . *ME*, $y$ ; d'où l'on tire $s = \frac{cy}{b}$, dont la différence est $ds = \frac{cdy}{b}$ ; mais à cause du Cercle $ds = \frac{rdx}{\sqrt{(2rx - xx)}}$, ainsi

ainsi $\frac{rdx}{\sqrt{(2rx-xx)}}=\frac{cdy}{b}$; enfin suivant la méthode de trouver les points d'infléxion, prenant les secondes différences, en supposant $dx$ constante, on aura $\frac{brxdx^2-brrdx^2}{c\sqrt{(2rx-xx)}}=ddy=o$, d'où l'on tirera $x=r$; ce qui montre que le point d'infléxion $I$ est au milieu des demi-tours des spires $AIC$.

VII. Pour trouver les points le plus haut & le plus bas $E$, $E$, ayant donné aux lignes les mêmes noms que ci-dessus, & de plus nommé les données $BD$, $a$, $AD$, $f$, on aura, comme à l'article précédent, $\frac{bs}{c}=y$, & les Triangles semblables $ABD$, $APF$, donneront $AB$, $2r$. $BD$, $a$ :: $AP$, $x$. $PF$, $\frac{ax}{2r}$. Donc $EF=PE-PF=\frac{bs}{c}-\frac{ax}{2r}$; car comme on doit regarder que $PM$ est perpendiculaire sur $PE$, il s'ensuit que $ME$ est égale à $PE$, & qu'ainsi $PE=\frac{bs}{c}$. Les Triangles semblables $ABD$, $EFG$, donnent $AD$, $f$. $AB$, $2r$ :: $EF$, $-\frac{ax}{2r}+\frac{bs}{c}$. $EG=-\frac{ax}{f}+\frac{2brs}{cf}$. Cette valeur de $EG$ doit être un plus grand, ainsi prenant la différence, on aura $-\frac{adx}{f}+\frac{2brds}{cf}$ qu'il faut, suivant la méthode, égaler à zero. Mais à cause du Cercle, l'on a

$ds = \frac{rdx}{\sqrt{(2rx - xx)}}$; substituant pour $ds$ sa valeur, on aura $-\frac{adx}{f} + \frac{2brrdx}{cf\sqrt{(2rx - xx)}} = 0$; divisant par $\frac{dx}{f}$ il vient $a = \frac{2brr}{c\sqrt{(2rx - xx)}}$, d'où l'on tire enfin $x = r \pm \frac{r}{ac}\sqrt{(aacc - 4bbrr)}$. De ces deux valeurs de $x$, la premiere $AP$, $x = r - \frac{r}{ac}\sqrt{(aacc - 4bbrr)}$, détermine le point le plus haut $E$, & la seconde, $AQ$ $x = r + \frac{r}{ac}\sqrt{(aacc - 4bbrr)}$, détermine le point le plus bas $E$.

VIII. Par le point le plus haut $E$, * ayant mené le plan horizontal $EO$, ce plan coupera le demi-tour $COR$ de l'Hélice au point $O$, & déterminera l'arc qui porte l'eau ou l'Arc hydrophore; car tous les points de cet arc étant au dessous des points $E$ & $O$, & ses deux points étant de niveau, l'eau restera en équilibre. Pour trouver la grandeur de cet arc, & par conséquent la quantité d'eau portée par un arc hydrophore, le diametre du Tuyau qui forme la Vis, étant donné, il est évident qu'il ne s'agit que de déterminer le point $O$, ou l'extrémité de l'arc $ECQ$, l'autre extrémité $E$ ayant été trouvée par l'article précédent. Pour cet effet nous nommerons, comme ci-dessus, le diametre $AB$ du Cylindre $2r$; le demi-cercle $AMB$ de sa base, $c$; $BD$, $a$; $BC$, $b$; l'indéterminée $BQ$, $z$,

* Fig. 2.

$z$, & son arc $BM$ ou $BN$, $s$. De plus ayant trouvé par l'article précédent la valeur de $AP$, $z$, & par conséquent de l'arc $AMs$, la ligne $EF$ ou $OR$ sera aussi connue, étant égale à $\frac{bs}{c} - \frac{az}{2r}$, je nomme cette ligne connue $OR$, $e$. Cela posé, les Triangles semblables $ABD$, $AQR$, donnent $AB$, $2r$. $BD$, $a$ :: $AQ$, $2r - z$. $QR$ $\frac{2ar - az}{2r}$, donc $QO = \frac{2ar - az}{2r} + e$. Par la proprieté de la Vis ou Spirale, on a $AMB$, $c$. $BC$, $b$ :: $AMBN$, $c + s$. $NO = \frac{bc + bs}{c}$. Mais $QO$ & $NO$ étant deux lignes perpendiculaires sur le plan de la base du Cylindre, & se terminant toutes deux au plan de l'Ellipse, ou de la section du Cylindre coupé suivant $EO$, il s'ensuit que $QO = NO$, on aura donc cette Equation $\frac{2ar - az}{2r} + e = \frac{bc + bs}{c}$ ou $\frac{az}{2r} + \frac{bs}{c} + b - a - e = 0$. Comme la résolution de cette Equation dépend de la rectification de l'arc $s$, on ne sauroit substituer la valeur de $s$ en $z$ que par une suite infinie de $z$ & de ces puissances, & l'Equation qui en résulteroit, deviendroit d'autant plus composée, ou d'un degré plus élevé, qu'on prendroit un plus grand nombre de termes de la suite, ce qui jetteroit dans un calcul très long & très pénible ; c'est pourquoi il vaut beaucoup mieux se servir de la Table suivante.

Cette Table contient les valeurs des arcs $BN$, $s$, correspondantes à celles de $BQx$ données en parties du diametre $AB\,2r$, divisé en 200 parties. Cela posé, ayant trouvé par l'article précédent la valeur de $e$, on réduira $+b-a-e$ en un seul nombre, que je nomme $g$, pour avoir $\frac{ax}{2r}+\frac{bs}{e}-g=0$, ou $\frac{ax}{2r}+\frac{bs}{e}=g$. Enfin on prendra dans la Table, différentes valeurs de $x$ & de l'arc correspondant $s$ jusqu'à ce qu'on soit parvenu à celles qui rendront $\frac{ax}{2r}+\frac{bs}{e}$ égale au nombre $g$, ou à peu de chose près.

Pour trouver à présent la longueur de l'Arc hydrophore $ECO$, en connoissant l'arc $AM$ & l'arc $BN$, il faut observer que par la formation de l'Hélice (*art.* I.) la longueur d'un de ces demi-tours $AEC$ est égale à l'hypothénuse d'un Triangle rectangle dont $AMB$, $c$, & $BC$, $b$, sont les côtés, & qu'ainsi le demi-tour de spire $AEC$ égale $\sqrt{(cc+bb)}$. Si l'on nomme à présent l'arc connu $MBN$, $m$, on fera cette proportion $AMB$, $c$. $AEC$ $\sqrt{(cc+bb)}$ :: $MBN$, $m$. $ECO = \frac{m}{c}\sqrt{(cc+bb)}$, pour la valeur de l'Arc qui porte l'eau, ou de l'Arc hydrophore qu'on cherche.

*Exemple du Calcul d'un Arc hydrophore.*

IX. Pour donner un exemple du calcul de la longueur de l'Arc hydrophore $ECO$, nous pren-

prendrons le diametre $AB$, $2r$, de 200 parties, la hauteur $BC$ des demi-ſpires, $b$, de 80 des mêmes parties, $BD$, $a$, de 100 parties, la demi-circonférence $AMB$ ſera de 314 parties : ſubſtituant ces valeurs dans $x = r - \frac{r}{ac}\sqrt{(aacc - 4bbrr)}$, on trouvera $AP$ $x = 13 \frac{45}{100}$ des mêmes parties, & par le moyen de la Table que nous ajoutons ici, on trouvera l'arc $AM$, $s$, de $53 \frac{30}{100}$. Subſtituant les valeurs de $x$ & $s$ dans $\frac{bs}{c} - \frac{ax}{2r} = e$, on trouvera la valeur de $EF$ ou $RO$, $e = 6 \frac{86}{100}$.

Pour avoir à préſent la valeur de $BQ$, $z$, & de l'arc $BN$, que nous avons nommé $s$, on ſubſtituera les valeurs de $a$, $b$, $c$, $2r$ & $e$ dans l'Equation $\frac{az}{2r} + \frac{bs}{c} = a - b + e$, pour avoir $z + \frac{80s}{157} = \frac{5372}{100}$, d'où l'on trouvera, au moyen de la Table ſuivante, la valeur, à très peu de choſe près, de $BQ$, $z$, de 21, & celle de l'arc $BN$, $s$, de 66.

Pour avoir à préſent l'arc $MBN$, que nous avons nommé $m$, on aura l'arc entier $AMBN$, en ajoutant 314 avec 66, & retranchant de la ſomme 380, l'arc $AM$ de $53 \frac{30}{100}$, on aura l'arc $MBN$, ou $m = 326 \frac{70}{100}$. A l'égard de la longueur des demi-ſpires $AEC = \sqrt{(cc + bb)}$, on la trouvera de $324 \frac{3}{100}$. Enfin ſubſtituant ces valeurs dans $\frac{m}{c}\sqrt{(cc + bb)}$, on trouvera la longueur de l'Arc hydrophore $ECO$ de $337 \frac{12}{100}$.

X. Le diametre du cylindre de la Vis étant

 donné,

donné, avec celui du Tuyau qui forme la Vis ou Hélice; & la longueur de la Vis, trouver la quantité d'eau portée par les Arcs hydrophores, & la hauteur à laquelle l'eau est élevée.

Soit le diametre *AB* de la Vis de 1 pied, celui du Tuyau tourné en Hélice, dans lequel l'eau est élevée de 3 pouces, & la longueur de la Vis de 30 pieds. Cela posé, pour avoir la longueur en pieds & pouces d'un Arc hydrophore, on dira comme les 200 parties du diametre *AB* sont à 1 pied ou 12 pouces, ainsi les 337 parties $\frac{14}{100}$ de l'Arc hydrophore seront à la longueur du même arc de 20 pouces $\frac{2284}{10000}$. Chaque Arc hydrophore portera donc un cylindre d'eau de 3 pouc. de diametre sur 20 pouc. $\frac{2285}{10000}$ de long. Voyons à présent combien sur la longueur donnée de la Vis de 30 pieds il peut y avoir d'Arcs hydrophores. Il est évident en prémier lieu que chaque tour ou révolution de l'Hélice sur l'arbre de la Vis porte un arc hydrophore; pour trouver donc ce nombre de tours, il faut observer que la hauteur *BC* d'un des demi-tours est dans notre exemple de 80 parties, ainsi la hauteur *AS* d'un tour entier sera de 160 parties, & pour trouver cette hauteur en pieds & pouces, on dira si 100 parties donnent 6 pouces, combien donneront 160, on trouvera la hauteur *AS* d'un tour de l'Hélice de 9 pouc. $\frac{6}{10}$, & divisant toute la longueur *AX* de 30 pieds par 9 pouc. $\frac{6}{10}$, le quotient donnera 37 pour le nombre de tours des spires, & par conséquent le nombre des Arcs hydrophores. Il est aisé de connoître à pré-

sent

ſent la quantité d'eau portée par tous les Arcs hydrophores, car il n'y a qu'à multiplier 37 par 20 pouc. [illegible] pour avoir 748 [illegible], mais nous pouvons ici abandonner la fraction, toute la quantité d'eau portée par les 37 Arcs hydrophores ſera donc égale à un cylindre d'eau de 3 pouces de diametre ſur 748 pouces de long, ou 62 pieds $\frac{1}{3}$. Mais un pied cylindrique eſt égal à un cylindre de 3 pouces de diametre ſur 16 pieds de long; & comme le pied cylindrique d'eau peſe 55 livres, pour avoir le poids de toute l'eau portée par les Arcs hydrophores, on dira, ſi 16 pieds donnent peſant 55 livres, combien 62 pieds $\frac{1}{3}$? On trouvera 214 livr. [illegible] pour le poids de l'eau portée par tous les Arcs hydrophores.

Il nous reſte à déterminer, dans cet article, la hauteur perpendiculaire à laquelle la Vis, que nous avons priſe pour exemple, éleveroit l'eau; ce qui eſt très aiſé, car les Triangles *ADB*, *BYZ*, étant ſemblables, on dira : comme *AD*, 223 parties (étant l'hypothénuſe du Triangle rectangle *ABD* dont on connoît le côté *AB* de 200 parties & *BD* de 100) eſt à *AB* de 200 parties, ainſi la longueur *BY* de la Vis de 30 pieds ſera à la hauteur *YZ* de 26 pieds 10 pouces pour la hauteur à laquelle la Vis porteroit l'eau. Enfin ſi l'on veut avoir l'angle que l'arbre ou axe de cette Vis feroit avec l'horizon, on dira : comme *BD* de 100 eſt à *BA* de 200, ainſi le ſinus total ſera à la tangente de l'angle cherché, qu'on trouvera de 63 degrés 26 minutes.

L 5 Calcul

*Calcul de la force pour faire tourner la Vis.*

XI. Dans l'exemple que nous avons pris, le poids de l'eau contenue dans les 37 Arcs hydrophores étant de 214 livres $\frac{11}{24}$, pour trouver la force qu'il faudroit appliquer à la circonférence du Cylindre, on dira, suivant la règle que nous avons donnée, article 4: comme 37 fois la circonférence de la base du Cylindre ou de la Vis est à la hauteur verticale à laquelle l'eau est élevée, ainsi la force de la résistance ou le poids de 214 liv. $\frac{11}{24}$, est à celle de la puissance. Or dans notre exemple la Vis ayant un pied de diametre, sa circonférence est de 37 pouc. $\frac{5}{7}$, lesquels étant multipliés par 37, donnent 1395 pouc. $\frac{3}{7}$, & la hauteur perpendiculaire à laquelle l'eau est élevée, étant de 26 pieds 10 pouces ou de 322 pouc. on dira donc: comme 1395 pouc. $\frac{3}{7}$, sont à 322 pouces, ainsi le poids de 214 livr. $\frac{11}{24}$, sera au poids de 49 livr. 7 onces, pour la valeur de la force qu'il faudroit appliquer à la circonférence de la Vis pour la faire tourner. Mais si cette force de la puissance, au lieu d'être appliquée à la circonférence de la Vis, agit par une manivelle dont le rayon soit de 10 pouces, la force qu'il faudroit appliquer à la manivelle sera à celle de 49 liv. 7 onc. qu'on vient de trouver, comme 6 à 10; d'où l'on trouvera la force qu'il faudroit appliquer à la manivelle pour faire tourner la Vis de 29 livres 10 onces.

Calcul

*Calcul de la quantité d'Eau que la Vis éleveroit dans un tems donné.*

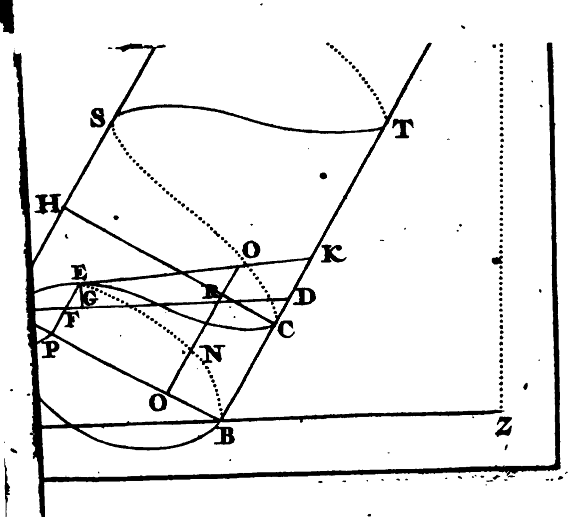
XII. Pour déterminer la quantité d'eau que la Vis, que nous avons prise pour exemple, éleveroit dans un tems donné, il faut connoître la vîtesse ou le chemin de la puissance. Prenons que la puissance fasse faire à la manivelle, & par conséquent à la Vis, un tour en 5 secondes; il est bien évident qu'à chaque tour la Vis dégorgera la quantité d'eau contenue dans un arc hydrophore, & ainsi qu'en 37 tours elles dégorgera les 214 livres $\frac{1}{4}\frac{1}{8}$ d'eau contenue dans 37 arcs hydrophores; donc en 37 fois 5 secondes ou 185 secondes, la Vis élevera 214 livres $\frac{1}{4}\frac{1}{8}$ d'eau, & pour avoir la quantité d'eau élevée par heure, on dira: si 185 secondes donnent 214 livr. $\frac{1}{4}\frac{1}{8}$, combien donnera 1 heure ou 3600 secondes? On trouvera, en achevant la règle, près de 4170 livres d'eau, & en un jour de 12 heures 50040 liv. qui font 89 muids $\frac{5}{14}$ à raison de 560 livres le muid d'eau, le muid contenant 8 pieds cubes, & le pied cube d'eau pesant 70 livres.

La vîtesse que nous venons de prendre d'un tour de manivelle en 5 secondes est fort lente, on pourroit la doubler, & même la tripler, ce qui doubleroit ou tripleroit la quantité d'eau élevée par la Vis.

*TABLE des Arcs correſpondans aux par*
*du rayon diviſé en 100 parties égales.*

| PARTIES DU RAYON Diviſé en 100. | ARCS EN PARTIES DU RAYON. | | ARCS EN DEG ET MI | |
|---|---|---|---|---|
| *Parties.* | *Parties.* | *Fractions.* | *Degrés.* | *Min* |
| 1 | 14 . . . . | $\frac{14}{100}$ | 8 . . . . . | |
| 2 | 20 | | 11 . . . . | 2 |
| 3 | 24 . . . . | $\frac{54}{100}$ | 14 . . . . | |
| 4 | 28 . . . . | $\frac{35}{100}$ | 16 . . . . | 1 |
| 5 | 31 . . . . | $\frac{72}{100}$ | 18 . . . . | 1 |
| 6 | 34 . . . . | $\frac{77}{100}$ | 19 . . . . | 5 |
| 7 | 37 . . . . | $\frac{52}{100}$ | 21 . . . . | 3 |
| 8 | 40 . . . . | $\frac{44}{100}$ | 23 . . . . | 4 |
| 9 | 42 . . . . | $\frac{71}{100}$ | 24 . . . . | 2 |
| 10 | 45 . . . . | $\frac{6}{100}$ | 25 . . . . | 5 |
| 11 | 47 . . . . | $\frac{30}{100}$ | 27 . . . . | 7 |
| 12 | 49 . . . . | $\frac{45}{100}$ | 28 . . . . | 21 |
| 13 | 51 . . . . | $\frac{52}{100}$ | 29 . . . . | 32 |
| 14 | 53 . . . . | $\frac{52}{100}$ | 30 . . . . | 41 |
| 15 | 55 . . . . | $\frac{41}{100}$ | 31 . . . . | 47 |
| 16 | 57 . . . . | $\frac{48}{100}$ | 32 . . . . | 51 |
| 17 | 59 . . . . | $\frac{16}{100}$ | 33 . . . . | 55 |
| 18 | 60 . . . . | $\frac{82}{100}$ | 34 . . . . | 54 |
| 19 | 62 . . . . | $\frac{43}{100}$ | 35 . . . . | 54 |
| 20 | 64 . . . . | $\frac{31}{100}$ | 36 . . . . | 52 |
| 21 | 65 . . . . | $\frac{24}{100}$ | 37 . . . . | 48 |
| 22 | 67 . . . . | $\frac{17}{100}$ | 38 . . . . | 44 |
| 23 | 69 . . . . | $\frac{17}{100}$ | 39 . . . . | 39 |
| 24 | 70 . . . . | $\frac{74}{100}$ | 40 . . . . | 33 |
| 25 | 72 . . . . | $\frac{71}{100}$ | 41 . . . . | 25 |

PAR-


S
T
H
O
K
E
G
R
D
F
C
P
N
O
B
Z

| PARTIES DU RAYON Divisé en 100. | ARCS EN PARTIES DU RAYON. | | ARCS EN DEGRÉS ET MINUTES. | |
|---|---|---|---|---|
| *Parties.* | *Parties.* | *Fractions.* | *Degrés.* | *Minutes.* |
| 26 | 73 | $\frac{77}{100}$ | 42 | 16 |
| 27 | 75 | $\frac{25}{100}$ | 43 | 7 |
| 28 | 76 | $\frac{71}{100}$ | 43 | 57 |
| 29 | 78 | $\frac{13}{100}$ | 44 | 46 |
| 30 | 79 | $\frac{56}{100}$ | 45 | 35 |
| 31 | 80 | $\frac{92}{100}$ | 46 | 22 |
| 32 | 82 | $\frac{29}{100}$ | 47 | 9 |
| 33 | 83 | $\frac{66}{100}$ | 47 | 56 |

# OBSERVATION

## DE L'ECLIPSE TOTALE DE LUNE,

*Faite à Paris le 26 Mars 1736.*

Par M. CASSINI.

LE tems a été très favorable pour l'observation de cette Eclipse, que j'ai faite avec une Lunette de 8 pieds, garnie de Réticules, & montée sur une Machine Parallactique.

A 10h 21' 44" commencement douteux.
22 44 commencement certain.
26 58 un doigt 5 minutes.
29 24 l'ombre à Aristarque.
32 24 Aristarque est entierement dans l'ombre.

à 10h 32' 48" deux doigts 10 minutes.
36 44 l'ombre à Heraclides.
37 44 trois doigts 16 minutes.
38 24 l'ombre à Copernic.
39 44 Copernic est entierement dans l'ombre.
39 44 l'ombre à Capuanus.
41 44 l'ombre à Helicon.
43 14 quatre doigts 22 minutes.
45 14 l'ombre à Pitatus.
47 54 l'ombre à Platon.
49 24 l'ombre à Tycho.
50 44 Tycho est entierement dans l'ombre.
53 15 l'ombre à Manilius.
53 44 six doigts 34 minutes.
56 24 l'ombre à Menelaüs.
57 24 Menelaüs est entierement dans l'ombre.
59 8 sept doigts 40 minutes.
59 25 l'ombre à Pline.
0 37 Pline est entierement dans l'ombre.
4 5 huit doigts 45 minutes.
4 55 l'ombre au Promontoire aigu.
9 25 neuf doigts 50 minutes.
10 55 l'ombre à Proclus.
14 15 dix doigts 55 minutes.
16 15 l'ombre à l'extrémité de la Mer Caspienne.
19 45 Immersion totale de la Lune dans l'ombre.

Pendant la durée de l'Eclipse totale on voyoit dans la Lune diverses nuances de clar-

té

té qui passoient successivement d'un bord à l'autre, comme on a coutume de le voir en pareilles Observations. Elle n'éclairoit pas cependant assez les bords de la Lune pour pouvoir observer son passage par le Méridien, qui est arrivé presque dans le tems de son opposition véritable.

*Le 27 Mars.*

| | | | |
|---|---|---|---|
| A 0h | 58' | 15" | commencement de l'Emersion douteux. |
| | 58 | 45 | commencement certain. |
| 1 | 2 | 46 | Grimaldi est hors de l'ombre. |
| | 3 | 46 | dix doigts 55 minutes. |
| | 9 | 16 | neuf doigts 50 minutes. |
| | 13 | 21 | Helicon est sorti. |
| | 14 | 53 | huit doigts 45 minutes. |
| | 17 | 6 | Pitatus est sorti. |
| | 17 | 52 | le milieu de Platon est hors de l'ombre. |
| | 18 | 36 | Platon est entierement sorti. |
| | 20 | 48 | sept doigts 40 minutes. |
| | 23 | 16 | Tycho commence à sortir. |
| | 24 | 22 | Tycho est entierement sorti. |
| | 25 | 52 | six doigts 34 minutes. |
| | 30 | 16 | Manilius est sorti. |
| | 30 | 26 | cinq doigts 28 minutes. |
| | 32 | 51 | Menelaüs est sorti. |
| | 34 | 47 | quatre doigts 22 minutes. |
| | 35 | 47 | Pline commence à sortir. |
| | 36 | 27 | Pline est entierement sorti. |
| | 41 | 47 | trois doigts 16 minutes. |
| | 42 | 37 | le Promontoire aigu est sorti. |
| | 47 | 17 | deux doigts 10 minutes. |

à 1h

à 1h 50' 36" la Mer des Crises est sortie.
51 47 un doigt 6 minutes.
56 17 fin douteuse.
56 47 fin certaine.

Suivant ces Observations la durée de l'Eclipse a été de 3h 34' 3", & celle de l'Immersion totale de 1d 39' 0".

Le milieu de l'Eclipse, tiré du commencement & de la fin de cette Eclipse, est arrivé à . . . . . . . . . . . . . 0h 9' 45"
Et on le trouve par l'Immersion & l'Emersion à . . . . . . . . . . . . . . . . . 0 9 15
Celui qui résulte de toutes les phases est arrivé à . . . . . . . . . . . . . 0 9 25

*Extrait des Observations de l'Eclipse totale de Lune du 26 Mars 1736, faites en divers lieux.*

*Comparées à celles qui ont été faites à Paris.*

L'Eclipse totale de Lune du 26 Mars 1736, a été observée en divers lieux, où on l'a vue pendant toute sa durée. Nous nous contenterons d'en rapporter ici les principales Phases, que nous avons comparées avec celles qui ont été faites à Paris.

*A* MONTPELLIER, *par M. de Plantade.*

A 10h 29' 40" commencement à Montpellier.
10 22 44 à Paris.

6 56 Différence des Méridiens.

à 11h

A 11h 25' 23" Immersion totale.
11 19 45 à Paris.
5 38 Différence.

1 5 0 Emersion.
0 58 45 à Paris.
6 15 Différence.

2 1 10 fin de l'Eclipse.
1 56 47 à Paris.
4 23 Différence.

*A* MONTPELLIER, *par Mrs. de Guilleminet & d'Anyzy.*

A 10h 28' 20" commencement à Montpellier.
10 22 44 à Paris.
5 36 Différence.

11 25 55 Immersion totale.
11 19 45 à Paris.
6 10 Différence.

1 5 38 Emersion.
0 58 45 à Paris.
6 53 Différence.

2 2 40 fin de l'Eclipse.
1 56 47 à Paris.
5 53 Différence.

En prenant un milieu entre les différences des Méridiens qui résultent de l'Immersion & de l'Emersion, qui sont les Phases que l'on distin-

distingue avec le plus d'évidence, on trouve cette différence, suivant M. de Plantade, de . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 5' 56" ½.
Et suivant Mrs. de Guilleminet & d'Anyzy, de . . . . . . . . . . . . . . 6' 29" ½.

Celle qui est marquée dans la Connoissance des Tems de 6' 10", est moyenne entre ces différences.

*A* BEZIERS, *par Mrs. Astier & de Guibal.*

Le commencement a été douteux.

A 11h 23' 39" Immersion à Béziers.
11 19 45 à Paris.
3 54 Différence.

1 2 58 Emersion.
0 58 45 à Paris.
4 13 Différence.

2 1 18 fin.
1 56 47 à Paris.
4 31 Différence.

Prenant un milieu entre les différences qui résultent de l'Immersion & de l'Emersion, on aura la différence des Méridiens entre Béziers & Paris de . . . . . . . . . . . . . . . . 4' 3" ½.
Elle est marquée dans la Connoissance des Tems de . . . . . . . . . . 3' 32".

*A* TOULOUSE, *par M. Garipuy.*

A 10h 20' 0" commencement à Toulouse.
10 22 44 à Paris.
2 44 Différence.

à 11h

à 11h 16' 24" Immersion.
11 19 45 à Paris.
3 21 Différence.

0 53 5 Emersion.
0 58 45 à Paris.
5 40 Différence.
1 52 0 fin de l'Eclipse.
1 56 47 à Paris.
4 47 Différence.

Prenant un milieu entre les différences qui résultent de l'Immersion & de l'Emersion, on aura la différence des Méridiens entre Paris & Toulouse de . . . . . . . . . . . . 4' 30" ½ plus grande de 50 secondes que celle qui est marquée dans la Connoissance des Tems.

*A* TOULON, *par le P. du Chatelard, Jésuite.*

A 10h 38' 8" commencement à Toulon.
10 22 44 à Paris.
15 24 Différence.

11 33 57 Immersion.
11 19 45 à Paris.
14 12 Différence.

1 13 35 Emersion.
0 58 45 à Paris.
14 50 Différence.

2 10 4 fin de l'Eclipse.
1 56 47 à Paris.
13 17 Différence.

Prenant

Prenant un milieu entre les différences qui résultent de l'Immersion & de l'Emersion, on aura la différence des Méridiens entre Paris & Toulon de . . . . . . . . . . . . . . 14' 31" plus grande seulement de 9 secondes que celle qui est marquée dans la Connoissance des Tems.

*A* LIEGE, *par le P. Maire Jésuite.*

Commencement douteux.

| | | | |
|---|---|---|---|
| A 11h | 32' | 10" | Immersion totale à Liege. |
| 11 | 19 | 45 | à Paris. |
| | 12 | 25 | Différence. |
| 13 | 11 | 29 | Emersion. |
| 0 | 58 | 45 | à Paris. |
| | 12 | 44 | Différence. |

Prenant un milieu entre les différences qui résultent de l'Immersion & de l'Emersion, on aura la différence des Méridiens entre Paris & Liege, de . . . . . . . . . . . . 12' 34" ½ plus petite de 25 secondes ½ que celle qui est marquée dans la Connoissance des Tems.

On voit par la comparaison de ces Observations, que quoique les différences des Méridiens qui résultent des différentes Phases de cette Eclipse, s'éloignent les unes des autres assez considérablement, cependant elles s'accordent à donner le milieu avec assez de précision.




WIDENER LIBRARY
HX ISPR J